



Emnedag vedrørende

FORSKNING I ØKOLOGISK JORDBRUG

Jakob Vester (red.)
Landbrugscentret
Forskningscenter Foulum

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

Beretning nr. S 2111 - 1991



STATENS PLANTEAVLSFORSØG

8. ÅRGANG

1977

1. HÆFT

Emnedag vedrørende

FORSKNING I ØKOLOGISK JORDBRUG

Jakob Vester (red.)

Landbrugscentret

Forskningscenter Foulum

Statens Planteavlsvforsøg
 Forskningscenter Foulum
 Postboks 23
 8830 Tjele
 Tlf. 86 65 25 00

Beretning nr. S 2111

Emnedag vedrørende

Forskning i økologisk jordbrug

INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord.....	4
Økologisk jordbrug - hvad er det?, Erik Fog.....	5
Resultater fra økologiske gårdstudier, Erik Steen Kristensen	10
Økonomien ved økologisk drift, Per Olsen.....	21
Flora og fauna på økologiske jordbrug, Jens Reddersen.....	29
Udvikling og afprøvning af ikke-kemiske metoder til ukrudtsbekæmpelse, Jesper Rasmussen og Jakob Vester....	38
Ukrudtsbekæmpelse på økologiske demonstrationsbrug, Anders Nemming.....	49
Jordens frugtbarhed målt ved mikroorganismer, Susanne Elmholt.....	63
Næringsstofbalance og næringsstofforsyning ved økologisk grønsagsdyrkning, Leif Hagelskær.....	70
Næringsstofbalancer på økologiske kornmarker, Anne Lisbeth Nielsen.....	77
Økologisk jordbrug i systemforskningen, Gunnar Mikkelsen....	88
Forskning ved Landbohøjskolen og andre universiteter, Lene Sigsgaard.....	96
Problemområder inden for økologisk jordbrug, Erik Fog.....	107
Fremtidige forskningsbehov: Agerlandets miljø, Hans Løkke...	116
Fremtidige forskningsbehov: Statens Planteavlsvforsøg, Jakob Vester.....	119

Forord

Økologisk/biodynamisk jordbrug har været praktiseret i årtier og har fået en opblomstring inden for de sidste 5-6 år. Dette er sket på baggrund af en stigende interesse for miljøet og dermed øgede miljøkrav til jordbrugsproduktionen. På bl.a. denne baggrund står dansk jordbrug midt i en omstillingsproces. Målene er ændret fra alene at ønske høje udbytter til at producere mere miljøvenligt med samtidige acceptable dækningsbidrag.

Det betyder, at produktionen skal optimeres i forhold til langt flere forhold end tidligere. Resultater fra enkeltfaktorforsøg får mindre betydning, mens betydningen af flerfaktorforsøg og forsøg med dyrkningssystemer øges.

Ønskerne om at arbejde i dyrkningssystemer og resultaterne fra økologisk dyrkning i praksis er baggrunden for, at Statens Planteavlfsforsøg har inddraget økologisk jordbrug i sine arbejdsområder. Det er væsentligt for det faglige indhold, at forskningen i økologisk jordbrug udføres i tilknytning til den øvrige forskning. I takt med at informationer og data om økologisk jordbrug fremkommer, øges samtidig mulighederne for en flersidig udveksling. Dette vil fremover danne baggrund for en bred viden om produktionsmuligheder og -vilkår.

Da forskningen i økologisk jordbrug er spredt på mange enheder, er der også behov for jævnlige møder til gensidig diskussion. Dette har været gjort tidligere i uformelle sammenhænge og uden en egentlig videreformidling af informationerne.

Økologisk Udvalg ved Statens Planteavlfsforsøg har derfor arrangeret en Emnedag vedrørende forskning i økologisk jordbrug, og emnedagens indlæg er trykt i nærværende beretning. Hensigten med emnedagen er at præsentere de foreløbige resultater og konklusioner fra en række forskningsaktiviteter. Dette vil forhåbentlig virke inspirerende på det videre arbejde og evt. nye aktiviteter og bidrage til at øge samarbejdet fremover.

Økologisk Udvalg

ved

Jakob Vester og Søren A. Mikkelsen

Økologisk jordbrug - hvad er det?

Erik Fog, Landbrugets Rådgivningscenter

Der har i de seneste år været så meget snak om økologisk og biodynamisk jordbrug, at det kan synes overflødigt at skulle beskrive, hvad det er. Men der er dog stadig mange myter om disse driftsformer, og forskellige mennesker lægger forskellige ting i disse begreber.

Jeg vil ikke her forsøge at give en endegyldig og eksakt beskrivelse af økologisk og biodynamisk jordbrug; men prøve at give en sammenfattet beskrivelse, der forhåbentlig gør begreberne mere gennemskuelige, så det bliver lettere at forholde sig til dem og dermed inddrage dem i de forskellige forskningsaktiviteter rundt om på forskningsinstitutionerne.

Økologisk jordbrug er et begreb, der er vanskeligt at forholde sig til, fordi det ikke blot er en driftsform, der er defineret med et sæt regler; men som også indbefatter en række intentioner, der ofte ikke udtrykkes klart.

Helt generelt er det måske mest præcist at sige, at økologisk jordbrug er udtryk for en målsætning eller rettere flere beslægtede målsætninger om et godt miljø, om sunde fødevarer, om et godt liv som landmand og så videre. Det vil sige, at reglerne mere er et udtryk for, hvor langt man er kommet med at definere, hvordan man vil praktisere de opstillede målsætninger.

Da der således ikke er tale om en klart og veldefineret driftsform, er det ikke underligt, at mange der arbejder med forskning ikke synes, at det er til at have med at gøre. Men det giver måske en bedre forståelse, når man betragter, hvorledes begreberne har udviklet sig siden det biodynamiske jordbrug opstod i tyverne.

På dette tidspunkt var der bekymring for, om de moderne metoder med brug af kemisk gødning ville forringe fødevarerne ernæringsmæssigt. Denne bekymring var drivkraften bag Rudolf Steiners tanker og udviklingen af det biodynamiske jordbrug. Denne driftsform baseres i vid udstrækning på en slags intuitiv erkendelse, og det har givet et latent spændingsforhold til naturvidenskabens krav om målbarhed og reproducerbarhed.

I det biodynamiske jordbrug er landbruget sat ind i den størst mulige helhed nemlig hele kosmos, idet det tages for givet, at alt plante- og dyreliv er påvirket af kræfter, der strømmer ind fra rummet. Det er helt accepteret, når vi taler om sollys; men her er der tale om en række andre kræfter, der menes at styre livsprocesserne.

Det er forhold, der ikke er noget godt naturvidenskabeligt bud på, men som alligevel opleves som vigtigt for at forstå naturen. Derfor lever det biodynamiske jordbrug fortsat, og arbejder videre med at omsætte den intuitive erkendelse til praktisk jordbrug.

Siden 60'erne er der kommet en ny dagsorden på programmet, nemlig de moderne driftsmetoders konsekvens for det ydre miljø. Denne problemstilling er beslægtet med den biodynamiske, blandt andet ved at der sættes spørgsmålstejn ved de kemiske indsatsfaktorer. Mange vendte på ny blikket mod det biodynamiske, men der var behov for at inddrage traditionelle naturvidenskabelige metoder, og derfor opstod en ny retning: det økologiske jordbrug. I Danmark har der kun været en økologisk jordbrugsforening i ca. 10 år, så man må regne med, at denne metode langt fra er færdigudviklet. Foreningens dyrkningsregler må derfor først og fremmest opfattes som en målsætning, der justeres i takt med, at den faglige viden forøges.

Ekstra kompliceret bliver sagen af, at de moderne driftsformer ikke kun har påvirket miljøet negativt, de har også presset mange landmænd ud af erhvervet, truet livsformen som bonde og splittet landbrugserhvervet i en række specialiserede driftsgrene. Alle

disse forhold er der naturligvis også mange, der reagerer imod, og mange af dem, der er gået ind i arbejdet omkring økologisk jordbrug, har ønsket, at realiseringen af økologisk drift også skulle løse disse mere sociale problemer.

Skal man arbejde med økologisk eller biodynamisk jordbrug, må man dog i første omgang koncentrere sig om de konkrete regler. Her er det karakteristisk, at der ikke må anvendes handelsgødning eller syntetiske pesticider; men der skal sættes på forebyggelse gennem et godt sædskifte med et væsentligt indhold af bælgeplanter, der skal være en høj grad af selvforsyning med organisk gødning og med foder, der må kun anvendes alternativ behandling mod skadevoldere så som mekanisk ukrudtskontrol og planteudtræk. Dog må der anvendes konventionel medicin til husdyr blot med en meget længere tilbageholdelsesfrist. Endelig skal der tages hensyn til husdyretikken ved at sikre, at dyrenes fysiologiske og etologiske behov tilgodeses.

I det specielt biodynamiske skal der anvendes særlige præparater af planter, husdyrgødning og pulveriseret kvarts, idet disse præparater skulle kunne styrke indflydelsen fra de kosmiske livskræfter som omtalt ovenfor.

Som naturvidenskabelig forsker kan det være ganske vanskeligt at forholde sig til disse regler, der nemt i detaljerne kan opleves som ulogiske. For eksempel kan det være svært at forstå, at det skulle være bedre at forsyne planterne med næringsstoffer fra husdyrgødning og uforarbejdede mineralstoffer end fra handelsgødning, når det dog er de samme næringsioner, der er tale om. Eller hvorfor må husdyrene spise mineralfoder, når planterne ikke må få handelsgødning. Eller hvorfor skal gødningen komposteres, når der derved fordamper en masse kvælstof?

De fleste jordbrugsforskere vil nok hellere arbejde med begrebet integreret jordbrug, hvor det drejer sig om at optimere anvendelsen af alle kendte teknikker, så der opnås størst muligt afkast og

samtidig en tilfredsstillende miljøbeskyttelse. Her er der tale om en mere ren målsætning, hvor der kan arbejdes helt ordinært med kendte naturvidenskabelige metodikker.

Alligevel er der god mening i at arbejde med de mere komplekse begreber, som økologisk og biodynamisk jordbrug. Først og fremmest fordi den menneskelige faktor i højere grad inddrages i disse metoder. De mere kvalitative målsætninger er vigtige, fordi de beskriver nogle af de betingelser landmanden og forbrugeren stiller for at være tilfreds med produktionsformen, og betingelserne er dermed vigtige forudsætninger for, at driftsformen kan få succes på længere sigt. De konkrete regler som de fremstår i dag skal formodentlig ændres efterhånden som forskning og erfaringer får klarlagt de grundlæggende mekanismer, der bestemmer produktionsmulighederne. Der er derfor et stort forskningsbehov på mange fronter.

Da økologisk og biodynamisk jordbrug fortsat kun udgør en meget lille del af det samlede landbrug, vil forskningen naturligt skulle arbejde sideløbende med udviklingen af integrerede systemer og det mere kompromisløse økologiske landbrug. Det integrerede landbrug vil være en nødvendighed for hurtigt at gøre noget ved de store miljøproblemer, der har vist sig i landbruget. Det vil formodentlig blive den centrale del af arbejdet med "det bæredygtige landbrug"; men der ligger samtidig nogle væsentlige udfordringer i det økologiske jordbrug, fordi man der tvinges til at finde helt nye løsninger. Det kan for eksempel være en løsning på, hvorledes genanvendelsen af organisk affald fra byerne som gødning kan praktiseres helt uden miljømæssige og sundhedsmæssige problemer. Det vil være et fremskridt, der rækker meget længere frem end for eksempel en effektivisering af anvendelsen af husdyrgødningen fra 20 til 40 pct.

Økologisk jordbrug er således en stor udfordring for hele jordbrugsforskningen, hvor der ligger nogle meget spændende potentialer; men som også kræver en anden tilgang til forskningsarbejdet.

Der skal arbejdes under et kompleks af målsætninger og med hele driftssystemet og de mange interaktioner, der er i et sådant system. Som en konsekvens af det, bliver det nødvendigt at samarbejde mere på tværs af traditionelle institutionsgrænser ikke blot mellem traditionelle jordbrugsfaglige institutter, men også over til humanistiske, sociologiske og handelskyndige forskere. Det vil formodentlig give en helt ny udvikling indenfor jordbrugsforskningen, der vil blive til gavn ikke blot for en lille økologisk niche; men for hele jordbrugserhvervet og dermed for hele samfundet. Med de forskningsprojekter, der er sat i gang, kan vi allerede nu se disse tendenser udvikle sig.

Resultater fra økologiske gårdstudier

Erik Steen Kristensen

Indledning

Økologisk drift kan karakteriseres ved, at der ikke anvendes kunstgødning og pesticider. Dertil kommer en række restriktioner på indkøbt konventionelt foder og husdyrgødning. Et alsidigt sædskifte med en stor andel af helst flerårige bælgeplanter (kløver, lucerne) er af stor betydning.

Kvæghold er en vigtig driftsgren i økologisk drift, fordi kvæget kan udnytte store mængder kløvergræs eller lucerne til produktion af kød, mælk og husdyrgødning. Kvægbrug er forholdsvis enkle at ændre til økologisk drift, fordi sædskiftet ofte i forvejen er alsidigt og har en høj andel af græsmarksfoder. Den økologiske driftsform betyder dog, at udbytterelationerne og dyrkningsomkostningerne i foderafgrøderne ændres i forhold til konventionel drift, hvilket sammen med restriktionerne på indkøbt foder bevirker, at såvel foderforsyningen som køernes produktion vil ændres.

Siden 1987 har det været muligt at afsætte økologisk mælk til en merpris i forhold til konventionel. Indvejningen og distributionen af mælk er nu landsdækkende, og flere kvægbrugere overvejer nu omlægning til økologisk drift.

Ved Statens Husdyrbrugsforsøg er der i samarbejde med flere andre forskningsinstitutioner blevet påbegyndt et større projekt kaldet "Økologiske Jordbrugssystemer".

Forskningen er bygget op omkring 17 helårsforsøgsbrug, hvoraf 15 har malkekvæg. Gårdene er udvalgte, så de repræsenterer såvel

relevante produktionssystemer som en jævn fordeling på forskellige jordtyper over hele landet.

Ved projektets start den 1. maj 1988 var 8 brug fuldt omlagte til økologisk eller biodynamisk drift. I dag er samtlige gårde omlagte. På to bedrifter er der jorder, der har været dyrket uden kunstgødning og sprøjtemidler i mere end 30 år.

En nærmere beskrivelse af projektet og resultaterne fra de enkelte gårde pr. første forsøgsår (driftsåret 1988/89) fremgår af Kristensen & Henneberg (1989a, 1989b). Gårdresultaterne for driftsåret 1989/90 er beskrevet af Kristensen et al. (1990). Med udgangspunkt i disse gårdstudier og tilsvarende gårdstudier fra konventionelle helårsforsøgsbrug (Hermansen & Kristensen, 1990) belyses i det følgende omlægningen fra konventionel til økologisk mælkeproduktion.

Det skal bemærkes, at eventuel omlægningsstøtte ikke er medtaget i beregningerne, ligesom der heller ikke er indregnet eventuelt behov for nyinvesteringer som følge af omlægningen. Endvidere bør det iagttages, at kun de økonomisk væsentligste forhold omkring fodring og produktion er medtaget i beregningen. Overgang til økologisk drift er i høj grad også et spørgsmål om holdning til en række produktionsetiske forhold.

Teknisk-økonomiske nøgletal for marken

Nøgletallene ved konventionel drift er fastlagt ud fra Hermansen & Kristensen (1990). Disse kvægbrug kan bl.a. karakteriseres ved et stort græsmarksfoder og stort jordtilliggende pr. ko. Ved økologisk drift er nøgletallene fastlagt ud fra resultaterne opnået gennem 2 år på de økologiske brug (Kristensen & Henneberg, 1989b). Udbyttet i de to driftssystemer er vist i tabel 1 som simple årsgennemsnit for afgrøderne vårkorn (byg, havre, byg + ært), foderroer (foderbeder, kålroer) og sædskiftegræsmarksfoder (græs,

kløvergræs, lucerne). Det ses, at på de økologiske brug var udbyttet i grovfoderet betydeligt større i 1989 end i 1988. Da forskellen kan være årsbetinget, og dermed ikke påvirker det konventionelle estimat, er der nederst i tabellen angivet et skønnet udbytte, som er anvendt i de efterfølgende beregninger. Det bør iagttages, at udbyttet inden for de to driftsformer varierer betydeligt, især ved foderroer. I det efterfølgende er det derfor væsentligt at være opmærksom på følsomhedsanalyserne omkring virkningen af udbyttenuiveauet.

Tabel 1. Udbytter (gennemsnit og spredning) i foderafgrøder på konventionelle og økologiske helårsforsøgsbrug.

	Vårkorn antal a.e./ha		Foderroer antal a.e./ha		Græsmarksfoder antal a.e./ha	
Økologisk 1988 ¹⁾	13	33(10)	5	80(31)	11	50(9)
Økologisk 1989 ²⁾	16	34(8)	9	91(25)	14	62(13)
Konventionel 1989 ³⁾	10	47(11)	9	118(14)	11	78(15)
Forudsætninger anvendt i tabel 3						
- Økologisk		34		86		56
- Konventionel		47		115		75

1) Kristensen & Henneberg (1989 b)

2) Kristensen et al. (1990)

3) Hermansen & Kristensen (1990).

Tabel 2 viser de anvendte forudsætninger med hensyn til dyrkningsomkostninger i de forskellige afgrøder. Det bør iagttages, at alle operationer er afregnet til maskinstationstakst efter Landskalkuler 1989.

Ved økologisk dyrkning er udgiften til kornudsæd sat højere pga. en højere andel af ærter og i øvrigt et højere prisniveau. Under græsmarksfoderet er der ikke afsat udgifter til pløjning og såning m.m. fordi græsudlægget forudsættes udsået under vårkorn. Det ses, at dyrkningsomkostningerne er relativt lavest ved kløvergræs og højest ved roer.

Tabel 2. Forventede dyrkningsomkostninger ved konventionell) og økologisk dyrkning, kr./ha/år (inkl. maskiner og arbej-
de).

Afgrøder	Vårkorn		Foderroer		Græsmarksfoder 1/2 afgræs.	
Driftsform	Konv.	Øko.	Konv.	Øko.	Konv.	Øko.
Udsæd	448	800	486	486	300	300
Pløjning, såning m.m.	980	980	1265	1265	0	0
Gødskn., inkl. kørsel	903	625 ²⁾	2215	1250 ²⁾	1784 ³⁾	500 ²⁾
Plantepleje, inkl. kørsel	855	390	2010	7000 ⁴⁾	200	200
Høstning	1100	1100	2010	2010	1500 ⁵⁾	1400 ⁶⁾
Diverse	500	500	1000	1000	1000	1000
I alt	4786	4395	8986	13011	4784	3400

1) Udgangspunkt i Landskalkuler 1989. 2) Betaling af husdyrgødning (25 kr./ton). 3) 1000 kg 25-3-6 á 4 gange. 4) Inkl. radrensning og roehakning (f.eks. 100 timer á 65 kr.). 5) 50 pct. konserveret á 0,4 kr./FE. 6) 50 pct. konserveret á 0,5 kr./FE.

Besparelsen i kløvergræs skyldes reduktionen i gødning. Meromkostningerne ved roedyrkning skyldes et forventet stort timeforbrug til hakning af roer. Denne udgift vil være meget individuel og ofte en intern udgift i den enkelt bedrift.

Tabel 3 viser den teknisk-økonomiske omsætning i marken. Det ses, at til trods for et relativt lavt udbytte i økologisk vårkorn er aflønningen pr. ha større end ved konventionel dyrkning (2400 mod 1300 kr.) som følge af en højere salgspris (2,00 mod 1,29 kr./kg). Salgspriserne er fra Kristensen et al. (1990) og Hermansen & Kristensen (1990). Hvis økologisk korn var 33 øre billigere pr. FE, ville aflønningen falde til niveauet ved konventionel vårkorn.

Den interne produktionspris er generelt størst ved økologisk drift som følge af især en større alternativ aflønning pr. ha. Det bør iagttages, at ved økologisk drift gælder den interne produktionspris kun inden for snævre grænser og er derfor mest relevant ved

en marginal betragtning, dvs. den sidste ha. For overskuelighedens skyld er den interne produktionspris dog alligevel anvendt. Forholdet mellem kornpris og grovfoder er markant forskelligt. Ved konventionel drift er den interne produktionspris ca. 2/3 af kornprisen både ved roer og græs. Ved økologisk drift udgør prisen ved roer 90 pct., men kun 52 pct. ved græsmarksfoder. Det ses endvidere, at følsomheden over for ændringer i kornprisen er ens ved konventionel og økologisk drift.

Tabel 3. Forventet teknisk-økonomiske omsætning i nogle foderafgrøder, ved konventionel eller økologisk drift.

Afgrøder	Vårkorn		Foderroer		Græsmarksfoder ²⁾	
	Konv.	Øko.	Konv.	Øko.	Konv.	Øko.
Driftsform						
Udbytte, FE pr. ha	4700	3400	11500	8600	7500	5600
Salgspris, kr./FE	1,29	2,00	-	-	-	-
Dyrkningsomk. ¹⁾ , kr./ha	4786	4395	8986	13011	4784	3400
Aflønning pr. ha	1277	2405	-	-	-	-
Ofret aflønning pr. ha	-	-	1277	2405	1277	2405
Intern prod. pris, kr./FE	-	-	0,89	1,79	0,81	1,04
Intern prod. pris, relat.	100	100	69	90	63	52

Virkning af ændrede forudsætninger, øre/FE						
± 25 øre pr. kg korn, ±	-	-	10	10	15	15
+ 1000 FE/ha, -	-	-	7	18	10	16
- 1000 FE/ha, +	-	-	9	24	12	25

1) Efter tabel 2. 2) Lucerne kan udgøre indtil 50 pct.

Teknisk-økonomiske nøgletal i besætningen

Virkningen på omsætningen i besætningen ved ændring til økologisk drift er beregnet ud fra resultaterne vist af Kristensen et al. (1990) og Hermansen & Kristensen (1990). Kun resultaterne fra de økologiske brug, hvor omlægningen var afsluttet ved driftsårets begyndelse, er medtaget. Det blev beregnet, at inden for racerne var årsydelsen 680 kg Energi Korrigeret Mælk (EKM) lavere ved økologisk drift i forhold til konventionel. Der var kun 1 kg til forskel i

den gennemsnitlige årstilvækst. Foderniveauet i alt pr. år var 472 FE lavere i de økologiske besætninger. Ud fra disse forskelle er den teknisk-økonomiske omsætning i stalden opstillet som vist i tabel 4. Der er taget udgangspunkt i tung race (1 årsko + 1 stk. årsopdræt = 1 MPE). Ved konventionel drift forudsættes pr. årsko: 7000 kg EKM, 40 kg tilvækst og 5500 FE i alt, heraf 2350 FE græsmarksfoder og 1000 FE roer, resten forudsættes indkøbt kraftfoder, melasse og lignende. Økologisk drift afviger herfra, pr. årsko: -680 kg EKM, -470 FE i alt, +550 FE græsmarksfoder, -550 FE roer, 15 pct. indkøbt konventionelt kraftfoder (983 FE), hjemmeavlet vårkorn udgør resten. Opdræt tildeles i begge systemer 1500 FE pr. årsopdræt. Ved økologisk drift er optagelsen af græsmarksfoder højest (1200 mod 1000 FE), og der tildeles ikke roer (0 mod 300 FE).

Det fremgår af tabel 4, at ved den viste foderoptagelse og markudbytterne vist i tabel 3 bliver arealkravet til foderdyrkning næsten det dobbelte ved økologisk i forhold til konventionel drift (1,08 mod 0,55 ha). Dette skyldes, dels et lavere udbyttensniveau, og dels mindre indkøbt foder (15 pct. mod 35 pct.).

Mælkeprisen er fastsat ud fra gennemsnittet opnået i de konventionelle og økologiske helårsforsøgsbrug (Kristensen et al., 1990 og Hermansen & Kristensen, 1990). Det ses, at merprisen for økologisk mælk var 0,45 kr./kg EKM. Mælkeindtægten bliver dermed knap 1000 kr. større ved økologisk drift på trods af knap 10 pct. lavere ydelse. Det bør iagttages, at leveringsprocenten til mejeriet er forudsat ens (96 pct.). Tilvækstværdien er forudsat ens, 4000 kr./MPE. Der er således heller ikke forudsat forskel i reproduktionen. Værdien af husdyrgødningen er ikke medregnet og dermed forudsat ens uanset driftsform.

Det hjemmeavlede foder er afregnet til den interne produktionspris vist i tabel 3. Det indkøbte foder er prisfastsat som anført af Hermansen & Kristensen (1990). Ved økologisk drift er anvendt prisen på konventionelt tilskudsfoder (1,84 kr./FE). Ved kon-

ventionel drift forudsættes 70 pct. tilskudsfoder, resten forudsættes (30 pct.) indkøbt til kornprisen, 1,29 kr./FE (melasse og lignende). Der er ikke forudsat nogen forskel i udgifterne til forrentning, dyrlæge, strøelse og andre diverse udgifter.

Tabel 4. Forventet teknisk-økonomisk omsætning i stalden ved konventionel eller økologisk drift (tunge racer, foderdyrkning efter tabel 3).

Driftsform	Konventionel		Økologisk	
Foderforsyning	FE/MPE	ha	FE/MPE	ha
- Græsmarksfoder	3250	0,43	4100	0,73
- Foderroer	1300	0,12	450	0,05
- Vårkorn	0		1000	0,29
- Indkøbt foder	<u>2450</u>		<u>980</u>	
I alt	7000	0,55	6530	1,08
Mælkeydelse, kg EKM/MPE	7000		6320	
Indtægt, kr./MPE				
- Mælk, 96% lev. (kr./kg)	18749 (2,79)		19658 (3,24)	
- Tilvækst	<u>4000</u>		<u>4000</u>	
- I alt	22749		23658	
Omkostninger, kr./MPE				
- Indkøbt foder (kr./FE)	4116 (1,68)		1802 (1,84)	
- Hjemmeavlet foder	3787		7058	
- Forrentning m.m.	<u>2000</u>		<u>2000</u>	
- I alt	9903		10860	
Aflønning stald og arbejde, kr.				
- Pr. MPE	12846		12798	
- Pr. kg mælk	1,84		2,11	
Virkning af ændrede forudsætninger, kr./MPE				
± 0,25 kr./kg mælk	±1680		±1517	
± 0,25 kr./kg indkøbt foder	±613		±245	
± 0,25 kr./kg korn	±646		±918	
± 1000 FE/ha, roer	±104		±95	
± 1000 FE/ha, græsmarksfoder	±358		±820	
± 100 kg EKM/MPE (uænd.fodr.)	±268		±312	

Under disse forudsætninger fremgår det af tabel 4, at aflønningen til stald og arbejder er stort set ens (12800 kr./MPE) uanset

driftsformen. Aflønningen pr. kg mælk er derimod 0,27 kr./kg eller 14 pct. højere ved økologisk i forhold til konventionel, hvilket svarer til 60 pct. af merprisen på økologisk produceret mælk. De øvrige 40 pct. er således anvendt til de forøgede foderomkostninger.

Nederst i tabel 4 er anført virkningen af ændringer i forudsætningerne. Aflønningen i begge systemer er meget følsom over for ændringer i mælkeprisen. Kristensen et al. (1990) fandt, at prisen på økologisk mælk i 1989-90 varierede fra 2,38 - 3,89 kr./kg EKM. En pris på 2,38 kr./kg betyder, at aflønningen ved økologisk drift skal reduceres med ca. 6500 kr./MPE. Omvendt betyder en pris på 3,89, at aflønningen øges med ca. 4000 kr./MPE.

Som følge af at der kun indkøbes 15 pct. foder (knap 1000 FE/MPE) er økologisk drift ikke særlig følsom over for ændringer i prisen på indkøbt foder. Ændringer i prisen på korn påvirker aflønningen forholdsvis mest ved økologisk drift som følge af, at der be-
slaglægges det største areal til foder. Et fald på 0,33 kr./kg økologisk korn vil bevirke, at aflønningen pr. ha vil falde til niveauet ved konventionel drift (se tabel 3). Aflønningen pr. MPE vil herved stige med 1200 kr. Det bør iagttages, at ændringer i kornprisen først og fremmest påvirker aflønningens fordeling mellem mark og besætning. Hele gårdens resultat er ret upåvirket, når det meste af arealet anvendes til foder. Ændringer i roemarkens udbytte har mindre betydning for aflønningen ved økologisk drift, fordi roer kun indgår i en lille mængde. Det kan også tolkes således, at for 450 FE roer, kan der betales en høj pris, fordi dette foder kan være svært at erstatte ved økologisk fodring. Udbyttenuiveauet i græsmarken har stor betydning for aflønningen ved økologisk drift, fordi græs indgår i så store mængder. Virkningen ± 100 kg mælk, hvilket kun er 1,5 pct., ses ligeledes at have stor betydning.

Økonomisk resultat for bedriften

Det fremgår af tabel 3 og 4, at såvel markens som kvægholdets økonomi er påvirket af omlægningen. Den samlede virkning heraf fremgår af tabel 5 for 4 situationer med henholdsvis få og mange staldpladser pr. ha samt høj og lav kvota pr. staldplads (ko-bås). Det er her forudsat, at eventuelt overskydende areal (dog maks. 20 pct. af arealet) kan dyrkes med givtige handelsafgrøder og dermed også give en højere aflønning end vårsæd, f.eks. vinterhvede, som forventes at give 3000 kr./ha ved konventionel og 5000 kr./ha i aflønning ved økologisk drift. Aflønningen pr. ha foderareal er inkl. aflønningen til stald og arbejde (ASA), og kan beregnes som: ASA divideret med ha pr. MPE + aflønning pr. ha vårkorn.

Tabel 5. Forventet aflønning* pr. ha ved forskelligt antal staldpladser og mælkekquota for konventionel og økologisk drift.

Staldpladser pr. 100 ha	75		150	
System	Konv.	Øko.	Konv.	Øko.
<u>Uden Kvota-begrænsning</u>				
Antal årskøer	75,0	75,0	150,0	2,6
Antal ha a kr./ha				
-Foderareal	41 a 24800	81 a 14300	82 a 24800	100 a 14300
-Vårkorn til salg	39 a 1280	0	0	0
-Øvrige salgsafg.	20 a 3000	19 a 5000	18 a 3000	0
-I alt	100 a 11300	100 a 12500	100 a 20900	100 a 14300
<u>Kvota, 6000 kg EKM pr. staldplads</u>				
Antal årskøer	67,0	74,2	133,9	92,6
Antal ha a kr./ha				
-Foderareal	37 a 24800	80 a 14300	73 a 24800	100 a 14300
-Vårkorn til salg	43 a 1280	0	6 a 1280	0
-Øvrige salgsafg.	20 a 2000	20 a 5000	20 a 3000	0
-I alt	100 a 10300	100 a 12400	100 a 18900	100 a 14300

* Aflønning til jord, bygninger, driftsledelse og staldarbejde.

Det fremgår af tabellen, at uden Kvotabegrænsning og ved 75 staldpladser pr. 100 ha vil aflønning udtrykt pr. ha være ca. 1200 kr. (10 pct.) større ved økologisk drift. Det skyldes, at aflønningen pr. ha såvel i vårkorn som ved de øvrige salgsafgrøder

er højere. Hvis der er 150 staldpladser pr. 100 ha, vil aflønningen ved økologisk drift blive 32 pct. lavere end ved konventionel drift. Årsagen hertil er kravet til foderareal. Når der ved økologisk drift er mindre end 1,08 ha pr. ko, og der kun er indkøbt 15 pct. foder, er det nødvendigt at reducere koantallet for at tilpasse besætningen til arealet. Endvidere er det ikke muligt at udnytte sædskiftet til "mere profitable" salgsafgrøder.

Hvis mælkekvotaen kun er 6000 kg EKM pr. staldplads, er det nødvendigt at reducere koantallet også ved de 3 øvrige situationer. Herved bliver ændringen til økologisk drift økonomisk mere fordelagtig, fordi det lavere ydelsesniveau gør, at reduktion i antal årskøer bliver relativt mindst. Ved 75 staldpladser vil en ændring til økologisk drift betyde 20 pct. ekstra aflønning (2100 kr./ha). Ved 150 staldpladser vil aflønningen dog fortsat falde 24 pct. ved en ændring til økologisk drift.

Konklusion

Ved økologisk malkekvæghold er arealkravet til foderdyrkning typisk stort som følge af, dels lavere udbytte i marken, dels restriktioner på indkøbt konventionelt foder. Foderrationen baseres på et stort hjemmeavlet foder, hvor græsmarksfoderet er særdeles konkurrencedygtigt og derfor bliver det primære grovfoder.

Med udgangspunkt i en bedrift med et stort areal pr. ko og afgræsning om sommeren, kan det ud fra modelberegninger baseret på undersøgelserne i helårsforsøgsbrugene beregnes, at foderarealkravet stiger til ca. det dobbelte (fra 0,55 til 1,1 ha/ko), hvis man ønsker at være uafhængig af det økologiske grovvaremarked (maks. 15 pct. indkøbt foder). Hvis merprisen for økologisk mælk er 0,45 kr. pr. kg EKM, vil aflønningen til stald og arbejde pr. MPE stort set være uændret. Derimod vil aflønningen pr. kg mælk

øges ved overgang til økologisk mælkeproduktion. Aflønningen er imidlertid meget følsom over for såvel kornprisen som mælkeprisen.

Hele gårdens økonomi ved omlægning til økologisk drift afhænger især af forholdet mellem areal, antal staldpladser og mælkekvotaen. I en situation med et stort jordtilliggende (min. 1,1 ha/staldplads) og en relativ lille mælkekvota (ca. 6000 kg EKM pr. staldplads) vil omlægningen være økonomisk mest fordelagtig. Ved 1989-90 prisforhold, herunder +0,45 kr./kg mælk, vil denne udgangssituation kunne forbedre aflønningen til jord, bygninger, driftsledelse og staldarbejde med ca. 2000 kr./ha, svarende til 20 pct. Ved en udgangssituation med 0,6-0,7 ha/staldplads og tilstrækkelig mælkekvota, vil reduktionen i koantallet bevirke, at aflønningen kan falde indtil 7000 kr./ha (ca. 1/3) ved omlægning fra konventionel til økologisk drift. Det bør iagttages, at der i beregningerne ikke er indregnet eventuel omlægningsstøtte og et eventuelt behov til nyinvesteringer som følge af omlægningen.

Referencer

- Hermansen, J.E. & Kristensen, T. 1990. Konventionel Kvægbrugsdrift med vægt på frisk græs i foderrationen. I: Studier i Kvægbrugssystemer (red V. Østergaard) 681. Beretning for Statens Husdyrbrugsforsøg. 29-72.
- Kristensen, E.S. & Henneberg, U. 1989a. Anvendelse af systemisk forskningsmetodik i projekt "Økologiske Jordbrugssystemer". Ugeskrift for Jordbrug nr. 25: 385-389.
- Kristensen, E.S. & Henneberg, U. 1989b. Projekt "Økologiske Jordbrugssystemer" - teknisk-økonomiske resultater 1988-89. I: 661. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg. p. 146-164.
- Kristensen, E.S. & Henneberg, U. & Jensen, M. 1990. Økologisk Kvægbrugsdrift, teknisk-økonomiske resultater 1989-90. I: Studier i kvægbrugssystemer (red. V. Østergaard) 681. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 73-114.

Økonomien ved økologisk drift

Per Olsen, Statens Jordbrugsøkonomiske Institut

Siden 1988 har der ved Statens Jordbrugsøkonomiske Institut været forskning, der belyser forskellige områder inden for økologisk jordbrug. Dette arbejde har foreløbig resulteret i:

- en statistisk undersøgelse af størrelsesforhold, arealanvendelse og husdyrhold i det økologiske jordbrug (Dubgaard og Sørensen 1988),
- et litteraturstudium af struktur, økonomi og afsætning (Rude, 1989),
- og en regnskabsstatistisk undersøgelse af 36 økologiske bedrifter i 1987 og 1988 (Dubgaard et al., 1990).

Disse og andre former for publikationer er anført i litteraturlisten.

Nyeste resultater

Som præsentation af de nyeste resultater fra Statens Jordbrugsøkonomiske Institut resumeres hovedkonklusionerne fra ovennævnte regnskabsundersøgelse af økologisk (økologisk og biodynamisk) jordbrug (Dubgaard et al. 1990). Udover de økonomiske analyser omfatter undersøgelsen arealanvendelse, husdyrhold, arbejdsindsats og udbytter.

I undersøgelsen blev lønningsevnen pr. arbejdstime anvendt som et økonomisk resultatmål. Når de økologiske bedrifter blev sammenlignet med en gruppe konventionelle bedrifter, der så vidt muligt var sammenlignelig med hensyn til bedriftsstørrelse (begge grupper omkring 30 ha i gennemsnit) og produktionsform, var lønningsevnen 42 kr. pr. time i det økologiske jordbrug mod 34 kr. pr. time i det konventionelle jordbrug. Arbejdsindsatsen er dog væsentlig forskellig de to grupper imellem, da der er en betydelig større

gennemsnitlig arbejdsindsats pr. bedrift på de økologiske bedrifter end på tilsvarende konventionelle bedrifter. Det betyder, at der er flere heltidsbrug i den økologiske gruppe end i den konventionelle gruppe. Da deltidsbedrifter ofte p.g.a en mere hobbypræget produktion har lavere lønningsevne pr. arbejdstime end heltidsbedrifter, bliver resultatet for den konventionelle gruppe derfor relativt dårligere end i den økologiske gruppe.

I de konventionelle heltidsbedrifter, som i arbejdsmæssig henseende ligger på niveau med det økologiske jordbrug, er lønningsevnen 58 kr. pr. arbejdstime og således større end i det økologiske jordbrug. Det skal dog bemærkes, at de konventionelle heltidsbedrifter samtidig er betydeligt større med gennemsnitligt 50 ha pr. bedrift mod de økologiske bedrifters 28 ha.

De økologiske bedrifter blev opdelt i tre driftsformer og fire størrelsesgrupper og sammenlignet med tilsvarende konventionelle driftsformer og størrelsesgrupper. Den mest reelle sammenligning mellem det økologiske og det konventionelle jordbrug er inden for driftsformen malkekvæghold og størrelsesgruppen over 30 ha (gruppen med størst areal). Disse to grupper er nogenlunde sammenlignelige med hensyn til bedriftsstørrelse og produktionsform, samtidig med at både den økologiske og den konventionelle gruppe overvejende består af heltidsbedrifter.

Blandt driftsformerne blev den bedste lønningsevne i det økologiske jordbrug opnået i malkekvægholdet med 54 kr. pr. time. Set i relation til at behovet for et alsidigt sædskifte og en høj grad af selvforsyning med plantenæringsstoffer, som giver husdyrproduktionen - og især drøvtyggere - en central placering i det alternative jordbrug, synes det ikke overraskende, at dette er den bedste økologiske driftsform. I den tilsvarende konventionelle driftsform var aflønningen 55 kr. pr. time.

Det bedste resultat blandt størrelsesgrupperne blev opnået i gruppen over 30 ha med 71 kr. pr. time. I den tilsvarende konventionelle størrelsesgruppe var resultatet 69 kr. pr. time.

Selvom det samlede økonomiske resultat for det økologiske og det konventionelle jordbrug ikke viser de store udsving, er der meget store forskelle på, hvordan resultaterne er fremkommet. Forskellene er dels strukturelt betingede, dels et resultat af et betydeligt merarbejdsforbrug, merpriser, lavere udbytter og sparede omkostninger til kemikalier og kunstgødning i det økologiske jordbrug. Det er den videre udvikling i disse forhold, der afgør, om det i fremtiden bliver økonomisk interessant for den enkelte landmand at omlægge til økologisk drift.

Med hensyn til de strukturelle forhold er de væsentligste forskelle en stor arealandel med grovfoder, kartofler og grønsager i det økologiske jordbrug. Det store kartoffel- og grønsagsareal bevirker, at der er en temmelig stor økonomisk omsætning på et meget begrænset areal. Imidlertid vil det økologiske jordbrug næppe kunne bevare denne struktur ved en øget udbredelse, da markederne for kartofler og grønsager formodentlig vil blive forholdsvis hurtigt mættet. Det vil nødvendiggøre, at den økologiske sektor søger mod produkter med et større marked, hvilket betyder, at produktionen i højere grad end hidtil, skal rettes mod korn eller animalske produkter. Som før nævnt synes det navnlig at være inden for malkekvægssektoren, at der er de bedste muligheder.

Afgrødeudbytterne er typisk omkring en tredjedel lavere i det økologiske jordbrug - dog med betydelige variationer afgrøder imellem. Mælkeydelsen pr. ko var knap 30 pct. lavere.

Arbejdsforbruget pr. procesenhed er løst anslået ca. 30 pct. større i det økologiske jordbrug end i det konventionelle.

Merpriserne var størst på kartofler med 200 pct. På grønsager i øvrigt var der også merpriser på op til 200 pct., selvom de her var

mere varierende. På kornafgrøderne er der typisk opnået merpriser på 75-100 pct., og på de animalske produkter var der især merpriser på mælkeprodukter med ca. 25 pct., mens der ikke er opnået merpriser af væsentligt omfang på kødprodukter.

Disse forhold imellem produktgrupper er væsentlige for vurdering af fremtidige muligheder for økologisk jordbrug. Den tidligere nævnte strukturtilpasning, der nødvendigvis må følge ved en omlægning af et større antal bedrifter vil nemlig flytte en del af den økologiske produktion fra kartofler og grønsager med høje merpriser til de animalske produkter med lave merpriser.

En af de største udfordringer for det økologiske jordbrug synes således at være en tilpasning af udbud og efterspørgsel inden for de forskellige produktgrupper, således at de merpriser der er nødvendige for de økologiske bedrifters økonomiske overlevelse, i videst muligt omfang opnås.

Undersøgelsen har med 36 analyserede bedrifter et betydeligt spinklere datagrundlag, end hvad der normalt kræves i regnskabsstatistiske undersøgelser af landbrugets økonomi. Der er dog tale om et betydeligt bredere datagrundlag end der hidtil har været anvendt ved analyser af økologisk jordbrugs økonomi i Danmark. Sammenligninger med udenlandske undersøgelser tyder på, at undersøgelsen - på trods af det beskedne antal økologiske bedrifter - giver et ganske godt billede af det økologiske jordbrugs økonomi sammenlignet med det konventionelle landbrugs, da de udenlandske undersøgelser viser samme tendens.

Igangværende forskning

På nuværende tidspunkt arbejdes på et projekt, der har til formål at belyse driftsøkonomiske forhold på 16 udvalgte økologiske bedrifter med henblik på at vurdere såvel totaløkonomi som særlige områder, herunder kapacitetsomkostninger, investeringsomfang,

finansieringsmuligheder og -behov. Endvidere søges de særlige problemer i omlægningsfasen belyst, foruden at de økologiske bedrifters udviklingsmuligheder undersøges.

Projektet gennemføres i samarbejde med Helårsforsøg med Kvæg (Statens Husdyrbrugsforsøg), hvorfra der foretages tekniske registreringer på de udvalgte brug.

På de 16 bedrifter har kvægholdet gennemgående en væsentlig betydning for bedriften. Set i relation til mulighederne for at drive økologisk jordbrug og i relation til resultaterne af ovennævnte regnskabsundersøgelse, forekommer det relevant, at kvægbedrifter benyttes som base for en betydelig del af den igangværende forskning i økologisk jordbrug.

Når der som i dette tilfælde anvendes casestudier, fås resultater som repræsenterer netop de ejendomme, som er udvalgt til undersøgelsen. Herved begrænses mulighederne for at generalisere på baggrund af de registrerede resultater, der nærmest skal betragtes som eksemplificerende. Når et produktionssystem er så forholdsvis nyt og ubeskrevet som det økologiske, giver et casestudie alligevel en række resultater, der kan benyttes som retningsgivende. På den ene side fungerer det som demonstrationsbrug for folk med interesse for økologisk drift. De kan hente inspiration til, hvorledes et sådant system hensigtsmæssigt kan gennemføres. På den anden side virker det som et pilotprojekt, hvor problemområder og nye forskningsbehov afdækkes med henblik på en eventuel videreudvikling af området. Ved at udvælge bedrifter efter bestemte kriterier kan det samlede resultat give en lidt bredere retningslinie for hvad produktionssystemerne kan præstere. I dette projekt dækker de 16 bedrifter over forskellige bedriftsstørrelser.

For at benytte resultaterne fra demonstrationsbrugene til mere generelle analyser og vurderinger følges den egentlige registrering på bedriftsniveau op med modelberegninger, der tager udgangspunkt i typebedrifter.

Resultaterne til dette projekt tilvejebringes således gennem flere faser. Der er foretaget/foretages en registrering og præsentation af de faktiske bedrifter, der fungerer som eksempler på hvorledes økologisk kvæghold kan gennemføres. Med udgangspunkt i de enkelte ejendommers faktiske produktion og produktionsapparat foretages modelberegninger, hvor der i forskellig grad standardiseres fx med hensyn til priser på produkter og indsatsfaktorer eller med hensyn til produktionsapparatet. Ved disse tiltag bliver der bedre sammenlignelighed bedrifterne imellem, og der bliver et mere ensartet grundlag for bedriftsvurderingerne. Endvidere åbnes muligheden for mere generelle vurderinger samt for en "fornuftig" sammenligning til tilsvarende konventionelle modelbedrifter.

Gennem projektet skulle det således blive muligt, at vurdere de tidligere beskrevne økonomiske problemstillinger. F.eks. udviklingen på den enkelte bedrift under og efter omlægning til økologisk drift samt en indikation af de "nødvendige" merpriser, for at opnå økonomisk balance på bedrifterne.

Fremtidigt forskningsbehov

I det følgende diskuteres en række nye tiltag, der naturligt kunne følge efter den igangværende forskning. Afsnittet er begrænset til at beskæftige sig med de førstkomende år, samt til de økonomiske problemstillinger. Det betyder imidlertid ikke, at der ses bort fra det økologiske jordbrugs helhedsprægede udgangspunkt, og nedenstående skal da også ses i sammenhæng med de øvrige forslag til forskningsområder og bør koordineres hermed.

Det igangværende projekt er i høj grad relateret til de driftsøkonomiske forhold på de enkelt bedrifter. Heri afdekkes de problemstillinger, der forekommer interessante på nuværende tidspunkt og som det nuværende datagrundlag giver mulighed for. En videreførelse af aktiviteter inden for dette område forudsætter nye oplysninger vedrørende forskellige sædskifter og forskellige

metoder inden for det økologiske jordbrug. Et sådant datagrundlag vil kræve en betydelig produktionsteknisk forskning eller en betydelig statistisk registrering. I begge forhold er der givetvis tale om oplysninger, der først foreligger et stykke ud i fremtiden. For at opnå sikrere data ved statistiske registreringer er det en forudsætning, at der indgår et betydeligt større antal bedrifter, end det hidtil har været muligt at inddrage. Et sådant tiltag synes derfor først relevant, hvis det økologiske jordbrug i større omfang vinder indpas i dansk landbrug, og derved kan blive en selvstændig del af statistikkerne.

Med hensyn til driftsøkonomisk rådgivning som økonomistyring, investerings- og finansieringsrådgivning m.m. vil de metoder der benyttes i dag, og de tiltag der gøres med henblik på det samlede landbrug, også være anvendelige på de økologiske bedrifter. Der kan være forhold, som kræver tilpasninger i relation til det økologiske, men tilsyneladende ikke i et omfang der berettiger grundlæggende forskning.

Den økonomiske forskning på sektor- og samfunds niveau har været begrænset til de statistiske undersøgelser nævnt i indledningen. Behovet på sektorniveau synes størst inden for det afsætnings- eller markedsmæssige område. Det skyldes først og fremmest, at merpriserne på produkterne og markedernes størrelse synes at være det største økonomiske usikkerhedsmoment for den økologiske sektor. Indsatsen på dette område har indtil videre været begrænset.

I den teknisk-biologiske forskning er den enkelte bedrift i det tværfaglige projekt "økologiske jordbrugssystemer" blevet betragtet som et hierarki af systemer, hvor bedriftens samlede resultat er systemet øverst i hierarkiet. Den driftsøkonomiske forskning i dette projekt har stort set også anvendt denne synsvinkel. Skal de sektorøkonomiske forhold og herunder de markedsmæssige forhold inddrages i "systemet" må det imidlertid udvides til at omfatte de faktorer, der har indflydelse på prisdannelsen. Herved indføres nye niveauer i hierarkiet

Det øverste niveau i et sådant hierarki kunne være et system, der omfatter den samlede økologisk sektor. Herunder kunne der sideordnet være et system, der beskrev udbudet af økologiske produkter, og et system, hvor afsætningssiden blev beskrevet på grundlag af priselasticiteter samt organisatoriske, politiske og andre samfundsmæssige forhold, der kunne tænkes at have indflydelse på problemstillingen f.eks. miljø og husdyrvelfærd.

Resultatet af en nøjere analyse af afsætningsforhold kunne bl.a. være en vurdering af inden- og udenlandske markeder ved de nuværende merpriser, og de potentielle markeder ved andre niveauer af merpriser, og derved en beskrivelse af i hvilket omfang det ville være muligt at afsætte økologiske varer.

For den nærmeste tidshorisont og i lyset af de nuværende forskningsprogrammer synes en nærmere analyse af markedsmæssige forhold at være det økonomiske område inden for økologien, hvor der er størst behov for en forskningsindsats. Omlægningshastigheden og interessen fra samfundet som helhed i de kommende år vil være den bedste indikator for, hvornår det kan være relevant at fortsætte med andre tiltag end de nævnte, samt hvilke forskningsområder, der ud over ovennævnte, vil være interessante på længere sigt.

Litteratur

- Dubgaard, A. 1988. Public Support to Organic Farming in Denmark. EAAE Special Seminar on Utilization of Natural Resources in Agriculture and Forecasting of Demand and Supply of Agricultural Products, Warszawa, 19.-25. september 1988.
- Dubgaard, A. og Sørensen, S. 1988. Økologisk og biodynamisk jordbrug - en statistisk undersøgelse. Rapport nr. 43. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut.
- Dubgaard, A., Olsen, P. og Sørensen, S.N. 1990. Økonomien i økologisk jordbrug - en regnskabsundersøgelse. Rapport nr. 54. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut.
- Olsen, P. 1990. Økologisk jordbrug. Erhvervsjordbruget 11, 10-14.
- Rude, S. 1989. Økologisk landbrug - struktur, økonomi og afsætning. Rapport nr. 47. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut.
- Rude, S. 1990. The Economy of Danish Organic Farming. Alternativ odling no 5. Sveriges Lantbruksuniversitet, 76-83.

Flora og fauna på økologiske jordbrug

Jens Reddersen, Inst. f. Zoologi og Zoofysiologi, Århus Universitet

En skånsom omgang med naturen både i og op til de dyrkede marker er blevet en stadig væsentligere del af perspektivet i den økologiske driftsform både for de økologiske landmænd, for forbrugere og for offentligheden, heriblandt forskningsmiljøerne. Siden miljødebatten tog fart først i 70'erne har der i brede kredse cirkuleret delvist udokumenterede dogmer som "det kemiske landbrugs kornmarker er m.h.t. natur degenereret til ørkner uden andet liv end korn i rækker og geledder".

I de senere år er det politiske pres mod det konventionelle landbrugs driftsformer øget voldsomt. Det har givet anledning (og midler!) til at undersøge påstandene om, at 1) det er gået stærkt tilbage for den vilde flora og fauna i det dyrkede agerland siden de afgørende driftsomlægninger tog fart i 1950'erne og at 2) den vilde flora og fauna i dag har det langt bedre i de økologisk dyrkede marker end i de konventionelle.

Herhjemme førte dette til, at man i årene 1984-87 undersøgte fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug (Braae et al. 1988). Den almindelige overvågning af fuglebestandene havde nemlig dokumenteret væsentlige nedgange for mange agerlandsfuglearter som *agerhøne*, *sanglærke*, *vibe* og *landsvale*, og dette gjaldt iøvrigt generelt for hele Nordvest-Europa. Denne tilbagegang faldt stort set sammen med perioden for de store driftsomlægninger i landbruget, men er fortsat også i de seneste år, selvom de direkte sprøjtemiddel-forgiftninger af fuglene i dag regnes for helt uvæsentlige.

Imidlertid er der mange forhold, der har ændret sig samtidigt i perioden; især afgrødesammensætningen, husdyrholdet, pesticidanvendelsen, markstørrelsen og mængden af udyrkede småbiotoper

(f.eks. hegn, diger, mergelgrave). Derfor var årsagsforholdene komplicerede og uklare. Engelske undersøgelser (Potts, 1986) påviste imidlertid klart, at fødemangel og sultedøden for de nyklækkede kyllinger i juni måned var det afgørende problem for agerhønsbestandene i det moderne landbrugsland. Mere generelt synes insekter at være vigtige fødeemner specielt for ungerne af mange fuglearter.

På denne baggrund udførte Danmarks Miljøundersøgelser og Aarhus Universitet med midler fra Miljøstyrelsen og Skov- og Naturstyrelsen i årene 1987-88 en undersøgelse af fugleføden i økologiske-biodynamiske (Ø) og konventionelle (K) kornmarker, dvs. insekter og vilde planter ("ukrudt").

Metode og design

Vi valgte straks at indsnævre undersøgelsens hovedspørgsmål til en undersøgelse af kornmarker og med hovedvægten på perioden maj-juni. Kun relativt store og professionelle økologiske landbrug blev udvalgt, dels for at sikre at undersøgelsen blev repræsentativ for økologiske brug, som de også vil se ud om 5-10 år, og dels for metodisk at sikre sammenligneligheden med de konventionelle brug: Under realistiske forhold på et rimeligt repræsentativt udsnit af eksisterende bedrifter ønskede vi at analysere de forskelle som selve driftsformen (gødskningsform/-mængde og pesticidanvendelsen) forårsager.

I hvert af årene udvalgte således først ca. 20 Ø-kornmarker rundt i hele landet, og derefter indenfor få km fra hver af disse en matchende K-kornmark. I matchningen indgik kornart, jordbundstype, topografi, nærmeste omgivelser (fek.s. hegn)

I efteråret indsamledes efterfølgende oplysninger om de faktiske gødsknings- og pesticidanvendelser i markerne.

Prøvetagningen i markerne foregik med en modificeret Raunkiær-cirkel (flora) og med en motordrevet sugenhed (D-vac) eller vegetationsketcher (Net) (faunaen) og i forskellig afstand (d) fra markens udyrkede kantbiotop.

Det grundlæggende paradesign har betydet, at statistisk testning først og fremmest har været baseret på det (nonparametriske) Wilcoxon par-differens test.

Resultater

Tabel 1 viser et sammendrag af resultaterne på hovedparametre som artsrigdom, individtæthed og biomasse af afgrøde, vilde planter og insekter fra undersøgelsen (Hald & Reddersen, 1990). Heri sammenlignes Ø-marker med K-marker både hvad angår forholdene i markernes smalle randzoner ($d < 3\text{m}$) og i den "almindelige mark", midtmarken ($d > 9\text{m}$).

Både antallet af arter ialt i hele materialet (S-tot) og det gennemsnitlige antal arter pr. mark (S-gnst) var større i Ø-markerne end i de tilsvarende K-marker. I midtmarken var artsrigdommen således 3x højere for de vilde planter og 1.2x højere for insekterne i Ø-markerne.

Tilsvarende var ukrudtsbiomassen 5x højere, mens den totale insektbiomasse (excl. bladlus, se nedenfor) var 1.5x højere i Ø-markerne.

Endelig var også individtætheden større i Ø-midtmarkerne end i K-midtmarkerne, nemlig 1.4x højere plante-pointsum (et mål af logaritmisk karakter, se Hald og Reddersen, 1990) og 1.3x større insekttæthed (dog igen excl. bladlus).

Alle disse forskelle var stort set signifikante, og styrkedes yderligere af paralleliteten i resultaterne.

Ens for både vilde planter og insekter var også en generel tendens til højere artsrigdom, højere biomasse og højere individtætheder i både Ø- og K-markernes randzoner i forhold til de samme markers midtmarksområder (sammenlign i tabel 1 de to første søjler med de to sidste). Forskellene på Ø- og K-markerne bestod dog - omend ikke altid signifikant - også i den smalle markrandzone (ca. 3 m), men forskellene mellem Ø- og K-markerne indsnævredes dog her.

Tabel 1. Artsrigdommen, individtætheden og biomassen for den vilde flora, afgrøden og faunaen i økologiske enhv. konventionelle kornmarker samt i disse markers randzone enhv. midtmark. Sammenfatning af hovedtal for begge årene 1987 & 1988 (Hald & Reddersen, 1990) og modificeret efter Hald (1989).
Ved (*) angives antal excl. bladlus (jvf. teksten).
Hvor der kun anføres tal for "midtmark" gælder tallene for hele marken.

AFSTAND SYSTEM	d≤3m		d>3m	
	Økol.	Konv.	Økol.	Konv.
VILDE PLANTER				
Antal arter, total	-	-	122	71
Artstæthed (antal/0,5m ²)	24.5	11.2	21.2	7.2
Biomasse (g. tørvægt/ 0,5m ²)			59	11
Individtæthed (antal/0,5m ²)	116	26	113	18
AFGRØDEN				
Biomasse (g. tørvægt/0,5m ²)			408	676
INSEKTER				
Antal arter, total	117	105	104	84
Artstæthed/mark	33.6	29.0	30.6	24.9
Individtæthed* (antal/0,5m ²)	144	116	127	92
Biomasse (g. vådvægt/0,5m ²)	0.34	0.24	0.27	0.16
Fuglefødeemner (antal/0,5m ²)	32	23	27	15
FUGLE				
Antal ynglende par/5 ha			5-6	2-3

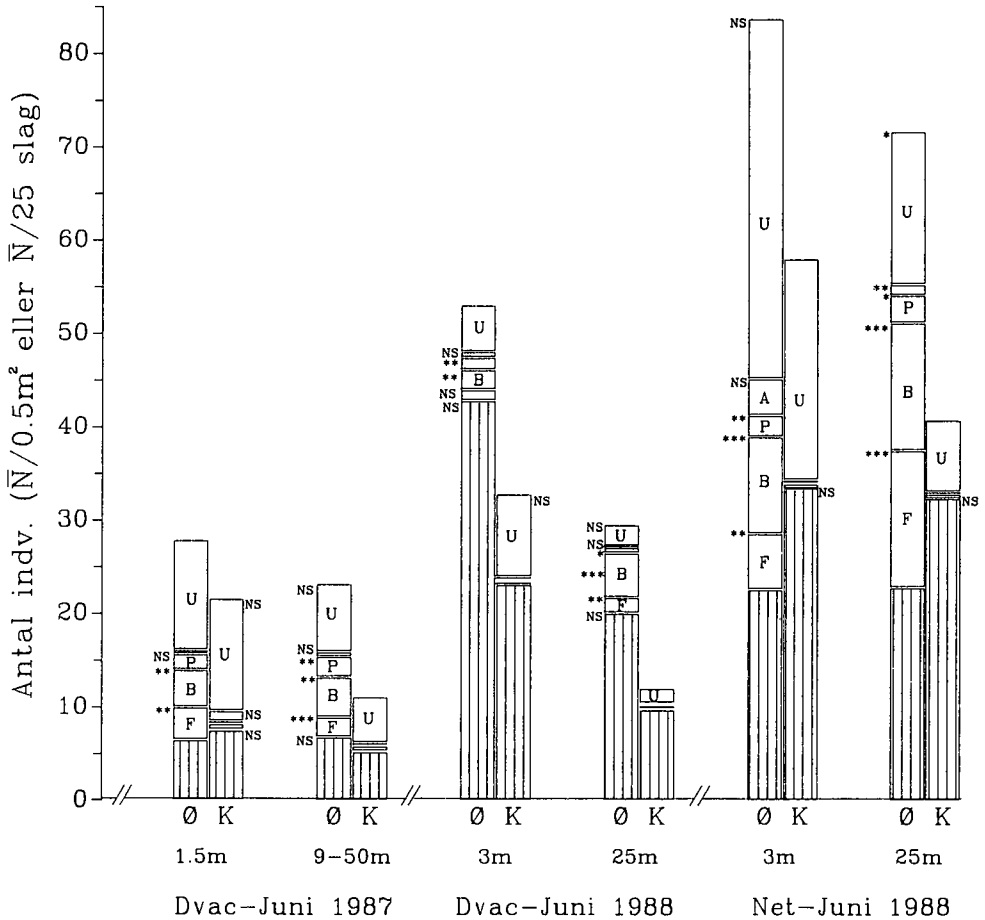
Det samme billede sås for antallet af "gode fuglefødeemner" (udvalgte insektgrupper, f.eks. snude-, løbe- og bladbiller, blad-hvepselarver): I midtmarksområdet sås et 1.8x højere niveau i Ø-markerne i forhold til K-markerne, mens denne forskel i randzonen indsnævredes til et 1.4x højere niveau i Ø-markerne.

Vi tolker dette, som at forskellene i midtmarksområdet (som arealmæssigt er helt dominerende) viser de generelle forskelle på Ø- og K-markernes flora og fauna, som den er betinget af forskellene i Ø- og K-driftsformerne. Disse ret store forskelle i flora og fauna modereres noget i randzonerne p.gr.a. af en stor vekselvirkning med de udyrkede kantbiotoper (f.eks. hegn), som jo også i K-markerne er relativt uberørte af f.eks. pesticidanvendelsen og derfor relativt rige (Hald et al., 1988). Da niveauet af vilde planter og insekter er lavest i K-markerne, betyder vekselvirkningen med den udyrkede kantbiotop relativt mest her, og tilsvarende ses altså et stejlere fald i flora og fauna fra randzone til midtmark i K-markerne end i Ø-markerne.

Da planteædende insekter dominerer udvalget af potentielle "gode fuglefødeemner", er det videre analyseret hvilke værtsplanter, der især er af betydning for disse planteædere (figur 1): Ikke overraskende viste der sig et klart billede af den biomasse-mæssigt dominerende kornafgrøde (tabel 1) som en vigtig værtplante. Men i Ø-markerne spiller planteædere tilknyttet de vilde planter også en meget betydelig rolle, specielt set i relation til de vilde planters biomasseandel (jvf. tabel 1): Der var m.h.t. både arter og individtætheder en dominans af planteædere tilknyttet planter af *Ærteblomstfamilien* (*Fabaceae*) (som dog for størstedelens vedkommende var isået og således en del af afgrøden i Ø-markerne), men også planter af *Korsblomst-* og *Pileurttfamilien* (*Brassicaceae*, *Polygonaceae*) ydede væsentlige bidrag til Ø-kornmarkernes arts- og individrigere planteæderfauna.

Der var dog undtagelser fra dette generelle billede af et rigere plante- og dyreliv i Ø-markerne:

Biomassen af selve afgrøden var 1.7x højere (tabel 1) i K-markerne (sandsynligvis som flg. af det højere gødskningsniveau og mindre konkurrence fra den vilde flora).



Figur 1. Det gennemsnitlige antal planteædende insekter (excl. bladlus) i økologiske henhv. konventionelle kornmarker i randzoner henhv. midtmark i de to år og med to metoder. Tilknytning til kornafgrøden markeres med lodret skravering, til Ærteblomstrede med "F", til Korsblomstrede med "B", til Pileurtfamilien med "P", til andre veldefinerede familier med "A" og til ukendte værtsplanter med "U". Teststørrelserne vedrører alene sammenligning indenfor søjleparrene, og placering til venstre for søjleparret markerer $\emptyset > K$, til højre markerer $\emptyset < K$. Gengivet efter Hald og Reddersen (1990).

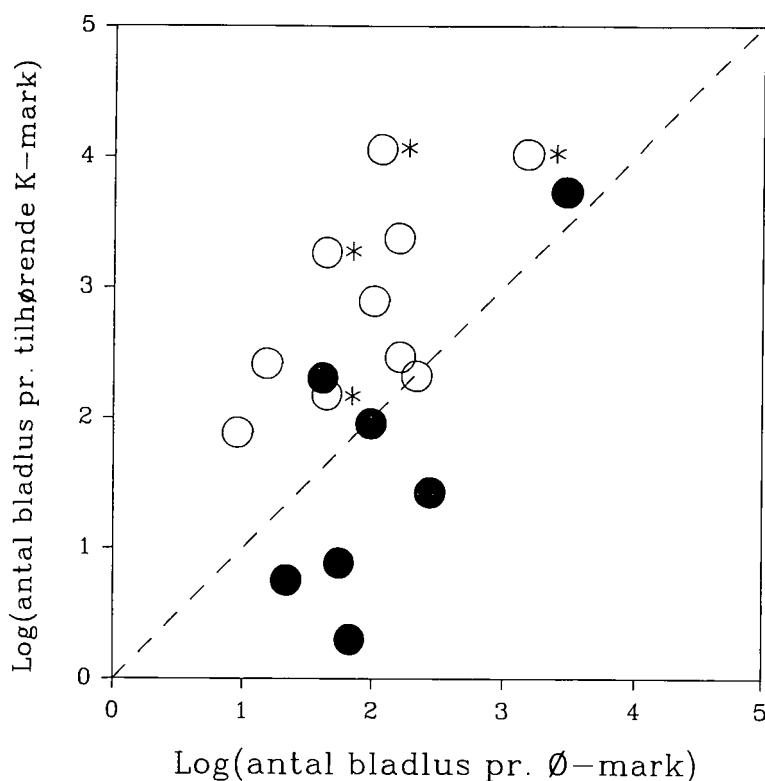
I alt 31 arter/taxa af insekter viste signifikant forskellige tætheder i Ø- og K-marker. Mens de 29 havde højeste tætheder i Ø-markerne, var der to taxa med de højeste tætheder i K-markerne. Det var *bladlus* (*Aphididae*) og *vandfluer* (*Ephydridae*), primært *Hydrellia* spp.; begge disse grupper består af planteædere primært knyttet til kornafgrøden.

Til bladlusene, der regnes for de eneste almindelige og udbredte skadedyr i kornafgrøden, knytter der sig selvsagt særlig interesse. Bladlus blev kun talrige i det ene af årene, 1988, og der registreredes her 2.4x højere tætheder i K-marker end i Ø-marker. I figur 2 ses (logaritmisk) bladlustæthederne for de 18 par af matchede Ø-/K-marker som (x,y)-værdier. Det ovennævnte generelle billede af højere K-tætheder brydes af fem enkelttilfælde (markpar), hvor Ø-tæthederne var højere end K-tæthederne (dvs. under linien $x=y$). Figur 2 viser dog samtidigt, at alle disse fem enkelttilfælde var markpar, hvor K-marken forinden havde været insekticidbehandlet netop mod bladlus (de sorte cirkler). Der er således ingen tvivl om, at forskellen imellem Ø- og K-markerne ville have været væsentligt større uden denne bekæmpelse i 7 af de 18 K-marker; især da det rimeligvis har været K-marker med høje bladlustætheder, der her er blevet sprøjtet.

En del af denne forskel i bladlustætheden skal naturligvis vurderes i lyset af den højere afgrødebiomasse pr. m² i K-markerne, men andre forhold må også have spillet ind (gødskningstype og -mængde, nyttefauna?).

Konklusion

Vi har fået et entydigt billede af et både kvalitativt og kvantitativt rigere plante- og dyreliv i økologiske dyrkede kornmarker sammenlignet med tilsvarende konventionelle marker med talstørrelser anført ovenfor. Udvalget af konventionelle marker har været repræsentativt, også i den forstand at ikke alle K-markerne blev



Figur 2. Tætheder af bladlus (Aphididae) i samhørende Ø/K-markpar (x,y) fra D-vac-prøver, ultimo juni 1988.
 ○ : Ø/K-markpar med K-mark uden insekticidsprøjtning.
 ○* : Ø/K-markpar, hvor K-marken senere blev sprøjtet.
 ● : Ø/K-markpar, hvor K-marken var insekticidsprøjtet inden prøvetagningen.
 Linien $x=y$ markerer, hvor bladlustæthederne er ens i en Ø-mark og den tilhørende K-mark.
 Gengivet efter Hald og Reddersen (1990).

sprøjtet i de pågældende år, og tilsvarende var heller ikke alle K-markerne rene flora- og faunaørkner, selvom vi absolut også havde sådanne repræsenteret. K-markerne kunne i nogen tilfælde rumme højere tætheder af insekter, men primært gennem en klart højere tendens til eksplosiv opformering af bladlus. Bladlusene kan ædes af fuglene i mangel af bedre og større fødeemner, men er en ustabil ressource i K-markerne: Bliver tæthederne for høje sprøjtes der jo.

Da K-markerne har en fattigere flora og fauna har den smalle markrandzone, som altid er rigere end midtmarken, relativt langt større betydning her - også selvom det absolutte niveau i K-randzonen stadig er lavere end i Ø-randzonen.

Vi har udelukkende sammenlignet kornafgrøder. Men da korn er en konventionel afgrøde med et relativt lavt pesticidtryk, mener vi at vore tal snarest er minimumsforskelle for forskellene mellem Ø-brug vs. K-brug som helhed.

Vi har andetsteds argumenteret for at det økologiske landbrug i dag i mangel af gamle flora- og faunadata fra agerlandet kan tjene som en analytisk model for det konventionelle landbrug i 1950'erne: Som sådan kan sammenligningen tjene til at belyse den flora- og faunatilbagegang, som menes at være en væsentlig faktor i den registrerede tilbagegang i agerlandets fuglefauna.

Litteratur

- Braae, L. et al. 1988. Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug. Sammenlignende undersøgelser af fuglefaunaen, herunder indvirkningen af bekæmpelsesmidler. Miljøprojekt nr. 102. Miljøstyrelsen, Kbh. 116 pp.
- Hald, A.B. 1989. Sprøjtefri randzoner i kornmarker. Naturforvaltningsperspektiver. I: A.B. Hald (ed.), Dyrkede markers kanter i naturforvaltningsperspektiv. DMU - OIKOS seminar 1989, pp. 75-88.
- Hald, A.B. & Reddersen, J. 1990. Fugleføde i kornmarker - insekter og vilde planter. Miljøprojekt nr. 125. Miljøstyrelsen, Kbh. 108 pp.
- Hald, A.B. et al. 1988. Sprøjtefri randzoner i kornmarker. Miljøprojekt nr. 103. Miljøstyrelsen, Kbh. 212 pp.
- Potts, G.R. 1986. The partridge: Pesticides, predation and conservation. Collins, 274 pp.

Udvikling og afprøvning af ikke-kemiske metoder til ukrudtsbekæmpelse

J.Rasmussen & J.Vester, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Indledning

Vanetænkning duer ikke, når et nyt fagområde skal (gen)opdyrkes. Det giver alt for mange forsøgsresultater, der hverken kan bruges til metodeudvikling eller metodeevaluering. Det kunne være konklusionen på de sidste ti års arbejde med ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder, hvis man anlægger en kritisk synsvinkel. Skal brugerne af de ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder have et lige så kvalificeret vejledningsgrundlag som brugerne af de kemiske metoder, må der derfor nytænkning til. Det gælder både blandt forskere, bevilgende myndigheder og praktikere.

Med dette udgangspunkt vil vi i denne artikel især koncentrere os om den forsøgsmetodik, som bliver anvendt i arbejdet med de ikke-kemisk bekæmpelsesmetoder. Desuden vil vi give et bud på, hvordan man kan forbedre kvaliteten i forskningen, og til slut vil vi skitsere den nuværende situation for de metoder, som vi selv arbejder med.

Til at illustrere nogle generelle metodiske problemer i arbejdet med at udvikle og afprøve de ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder, er der anvendt eksempler fra arbejdet med ukrudtsharvningen. Lignende eksempler kunne også have været fundet inden for de andre metoder.

Forebyggende foranstaltninger mod ukrudtsproblemer såsom sædskifte, jordbearbejdning, sortvalg, gødskning m.v. gennemgås ikke, selvom de er vigtige for ukrudtsreguleringen i det økologiske jordbrug.

En mere detaljeret gennemgang af den nuværende viden på det ikke-kemiske område er tidligere givet af (Ascard, 1990; Vester, 1990a, b og c).

Forsøgsaktiviteter

Nyere forsøgsarbejde med ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder kan opdeles i to kategorier.

Den første kategori omhandler metodesammenligninger, hvor man ønsker at sammenligne ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder med kemiske (f.eks. Pallutt et al., 1984; Gummesson, 1986). I de seneste år har der desuden været en stigende interesse for at sammenligne hele dyrkningssystemer, hvor ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse indgår (El Titi, 1989; Vereijken, 1989; Mikkelsen, 1990). I disse forsøg kan den specifikke effekt af de ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder sædvanligvis ikke adskilles fra de øvrige dyrkningsforanstaltninger. Værdien af disse forsøg kan derfor diskuteres, fordi det er meget vanskeligt at vurdere, om metoderne har været anvendt optimalt. Med hensyn til metodeudvikling anses begge typer forsøg for at være værdiløse, og de skal derfor ikke omtales yderligere her.

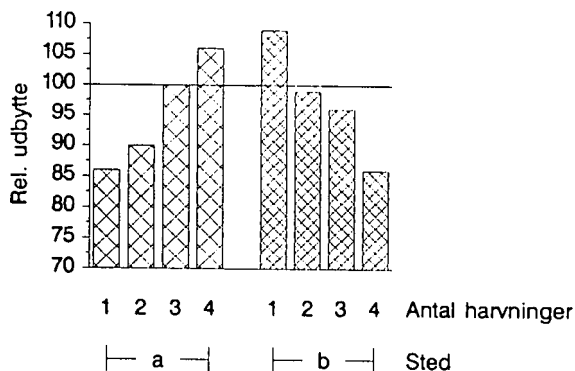
Den anden kategori af aktiviteter omhandler metodernes praktiske anvendelse (f.eks. Rydberg, 1986; Schmid & Steiner, 1987; Böhrnsen & Bräutigam, 1990; Hammerström, 1990). De bliver som regel udført af personer med tilknytning til det økologiske jordbrug eller af studerende ved højere læreanstalter. Her søger man at belyse praktisk relevante spørgsmål v.h.a markforsøg. Forsøgene er sædvanligvis en-faktorielle uden kvantitative sammenhænge imellem behandlingerne. Data analyseres med variansstatistik uden test af specielle hypoteser (bortset fra nul-hypotesen), og der er ikke mulighed for at teste vekselvirkninger. Forsøgsbehandlingerne ligger typisk meget tæt op ad praktisk relevante behandlinger.

Metodekritik

Den simple forsøgsmetodik som traditionelt anvendes i arbejdet med at udvikle de ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder rummer mange begrænsninger. Det er derfor naturligt at spørge, om metode og mål står i et rimeligt forhold til hinanden i dette arbejde.

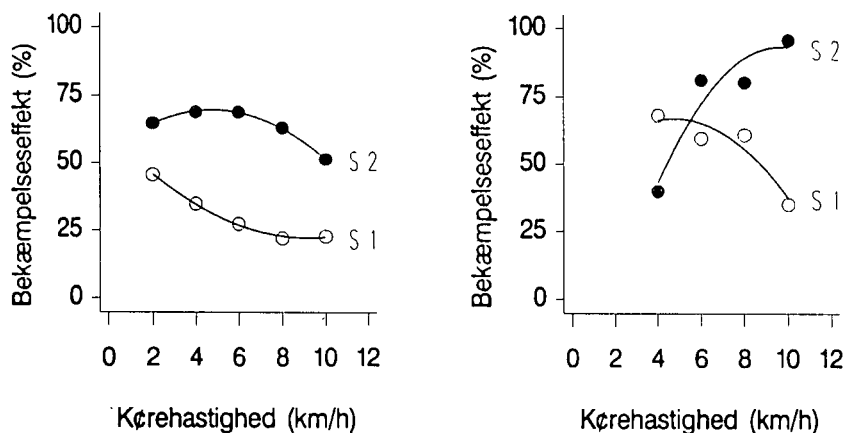
Med en-faktorielle markforsøg uden kvantitative koblinger imellem behandlingerne vil årsagssammenhænge kun kunne klarlægges, når der arbejdes med meget simple sammenhænge, og forsøgsbehandlingerne adskiller sig meget kraftigt fra hinanden. Regressionsanalyser, kurve-fitning og modellering til beskrivelse af relevante sammenhænge kan ikke anvendes. Selv vekselvirkninger, der ofte spiller en altdominerende rolle, udelukker man sig fra at kunne analysere med så simple forsøgsdesign.

Eksempler på kraftige vekselvirkninger imellem ukrudtsharvning og forsøgslokalitet ses i figur 1 og 2. Det optimale behandlingsantal og den optimale kørehastighed ses at være afhængig af forsøgslokaliteten. Det bør derfor overvejes, hvordan man tackler sådanne vekselvirkninger i forsøgsarbejdet, og hvordan man tager hensyn til dem i en vejledningsstrategi. Et væsentligt forhold som har været forsømt i forsøgsarbejdet.



Figur 1. Lokalitetens betydning for sammenhængen imellem høstudbytte i vårbyg og antal ukrudtsharvninger. Forsøgene er udført efter samme retningslinier på de to lokaliteter. Udbytter er i forhold til ubehandlet (modificeret efter Rasmussen et al., 1989).

De fleste nyere projekter om ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse har været koncentreret om afprøvning af gamle tommelfingerregler og erfaringer, selvom alle ved, at disse er utilstrækkelige som vejledningsgrundlag. Man kan således se angivelser af den optimale kørehastighed uden angivelser af betingelser (f.eks. Källander, 1989), selvom forsøgsresultater understreger det uholdbare i sådanne angivelser (figur 2). Står man overfor opgaver, der giver modstridende forsøgsresultater, som f.eks. bestemmelsen af den optimale kørehastighed, løser man naturligvis ikke problemerne ved blot at lave flere forsøg over samme læst. I sådanne situationer er der behov for bedre forsøg og en mere analytisk tilgang til opgaverne.



Figur 2. Lokalitetens betydning for sammenhængen imellem bekæmpelseseseffekt, kørehastighed og redskabsvalg i to forsøg med ukrudtsharvning i vårbyg. S1= let udgave af en ukrudtsstrigle og S2= tung udgave af en ukrudtsstrigle (modificeret efter Rasmussen, 1990).

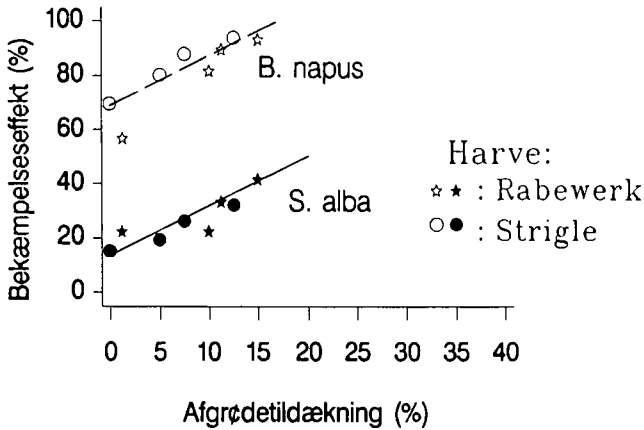
En forudsætning for at lave gode forsøg er imidlertid, at man har en vis basisviden om metodernes virkemåde. Den har ofte manglet i såvel anlæg som analyse af forsøgene. Hvordan kan man f.eks. forestille sig at udvikle en metode som ukrudtsharvning, der er kendetegnet ved en lav behandlingsselektivitet imellem ukrudt og afgrøde, hvis man ikke ved, hvordan metoden påvirker afgrøden?

I figur 3 ses et eksempel på, hvor nøje sammenhæng der kan være imellem bekæmpelseseffekt og afgrødeskade. Forsøget viser derfor, at man ikke kan se bort fra afgrødeskaden, medmindre man vil postulere, at den ikke betyder noget for afgrødens udbytte. Men det gør den. Det kan man bl.a. få et indtryk af i figur 4, hvorefter det fremgår, at afgrødeskaden kan spille en ganske betydelig rolle ved høje bekæmpelseseffekter. På trods af disse forhold har det aldrig tidligere været forsøgt at inddrage afgrødereaktionen i vejledningsgrundlaget. Den er simpelthen blevet negligeret.

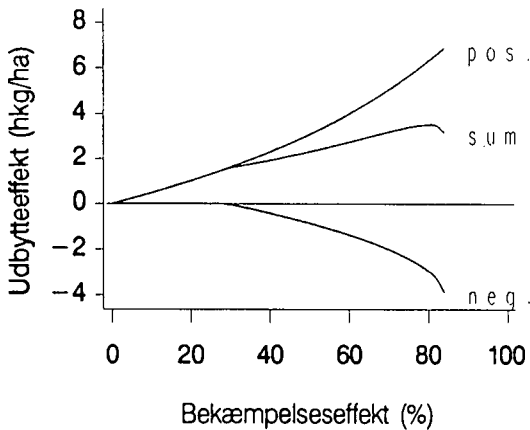
På baggrund af de ovennævnte eksempler, turde det være klart, at hvis man vil optimere anvendelsen af ukrudtsharvning, må man gøre sig tanker om, hvordan harvningens positive og negative effekter på udbyttet modvirker hinanden. En problemstilling der er så kompleks, at hverken praktikerne eller forsøgslederne kan gennemskue den uden at anvende modelbetragtninger. Ukrudtsharvning er således et eksempel på en bekæmpelsesmetode, der næppe kan optimeres alene med praktisk erfaring og 'godt landmandsskab'.

Ved planlægning af forsøg er der derfor grund til at skelne imellem opgaver, der kan løses ved simple afprøvninger, og opgaver der kræver mere grundlæggende forskning. Ukrudtsharvning tilhører den sidst nævnte kategori.

De valgte eksempler viser, at en række basale forhold omkring ukrudtsharvningen har været oversete i meget af det udførte forsøgsarbejde. Det betyder, at kvaliteten generelt har været for lav. Forsøgene har derfor vist, at de ikke-kemiske metoder er for ustabile m.h.t. bekæmpelse og udbytte. Da både vekselvirkninger (fig. 1 og 2) og vigtige parametre (fig. 3 og 4) har været overset, er det dog ikke overraskende, at man ikke har kunnet indkredse årsagerne til de varierende resultater. Brugbarheden af sådanne forsøgsresultater har derfor været ringe.



Figur 3. Sammenhæng imellem bekæmpelseseffekt og afgrødeskade ved ukrudtsharvning med to harvetyper i vårbyg. Afgrødeskaden er udtrykt som procent tildækning af afgrødens bladmasse. Raps (B.napus) og Gul Sennep (S. Alba) var udsået som ukrudt (modificeret efter Rasmussen, 1991a).



Figur 4. Opsplitning af ukrudtsharvningens udbytteeffekt i en positiv del (pos.) som skyldes fjernelse af ukrudt og en negativ del (neg.) som skyldes ukrudtsharvningens tildækning af afgrøden. Forsøget er udført i vårbyg med raps som ukrudtsplante (modificeret efter Rasmussen, 1991b).

Manglende faglig tradition og kontinuitet i forskningen må anses for at være de grundlæggende årsager til den ringe kvalitet i forskningen, som i sidste ende skyldes for få ressourcer til egentlig forskning.

Endnu eksisterer der ikke nogen velunderbygget faglig tradition m.h.t. udvikling og afprøvning af ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder. Der er derfor ikke meget at bygge videre på, når man påbegynder arbejdet med en ny bekæmpelsesmetode, hvis man ikke har personlige kontakter til de steder, hvor der arbejdes med metoden.

Mange projekter har derfor startet helt fra bunden med at sammenligne nogle tilfældige behandlinger på nogle tilfældige økologiske ejendomme. For at undgå dette i fremtiden må der kontinuitet i arbejdet, så der bygges videre på den viden som allerede findes. Det har indtil nu været vanskeligt, da udviklingsarbejdet har været afgrænset til korte projektperioder, hvor det ofte har knebet med at få resultaterne publiceret i et internationalt forum.

Erfaringerne viser derfor, at korte projekter, der ikke er en del af en velovervejede og sammenhængende forskningsstrategi, sjældent vil tilføre metoderne nye aspekter.

Status

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse er efterhånden et af de steder i Europa, hvor der har været arbejdet længst med de ikke-kemiske metoder. De metoder, der har været anvendt flest ressourcer på, er flammebehandling, ukrudtsharvning og radrensning.

Arbejdet med flammebehandling har især været koncentreret om afprøvning af brændertyper og redskabsforbedringer. Dette har øget arbejdskapaciteten og forbedret behandlingssikkerheden under dårlige vejrforhold. Disse forbedringer er opnået, uden at øge gasforbruget (Vester, 1988). Da gasforbruget er en væsentlig økonomisk faktor, bør arbejdet på dette område prioriteres højt

fremover. Foruden de tekniske forbedringer kan forsøgsarbejdet forbedres ved at anvende 'doseringskurver', hvor man analyserer behandlingseffektens afhængighed af gasforbruget. Doseringskurverne synes af være afhængige af bl.a. ukrudtsart, udviklingstrin og vækstforhold. Modellering vil derfor være nødvendig på samme måde som for ukrudtsharvningen.

Der er ved afdelingen udviklet flammebehandlingsudstyr til nedvisning af hele kartoffeltoppe. Den biologiske effekt er sammenlignelig med kemisk nedvisning men omkostningerne er 50-100 pct. højere (Vester, 1989b).

For ukrudtsharvningens vedkommende er der nu opstillet empiriske modeller, der forventes at kunne anvendes i et nyt vejledningsgrundlag. Der tages udgangspunkt i selektivitets-forholdene på behandlingstidspunktet, således at både ukrudtets og afgrødens reaktion anvendes i tilrettelæggelsen af behandlingerne. Modellerne omhandler flere generelle problemstillinger, som også kan anvendes i forbindelse med den kemiske ukrudtsbekæmpelse. Herved øges motivationen for at skaffe parameterestimater til modellerne. Den første simple vejledningsmodel indgår allerede i et ekspertsystem, som er under udarbejdning på Afdeling for Informatik og Biometri. Selvom der således er gjort gode fremskridt med ukrudtsharvningen, må det dog forventes, at der vil gå mindst 3 år inden et nyt vejledningsgrundlag kan introduceres i praksis. Dette, er under forudsætning af, at der kan skaffes penge til at gennemføre de nødvendige aktiviteter.

Radrensning har både været afprøvet i afgrøder på lille rækkeafstand (korn og ærter) og i rækkeafgrøder. I korn har radrensning i kombination med harvning vist gode resultater, som der vil blive arbejdet videre med. Der er et behov for udvikling af automatiske styringssystemer, så redskaberne dels kan modulopbygges og dels kan styres uden ekstra mandskab eller special-traktorer. Den første prototype på en selvstyrende radrenser er udviklet. Det konkrete

projekt, der støttes af Miljøstyrelsen, er for tiden afbrudt, men forventes reetableret i løbet af 1991.

Forsøg med radrensning i rækkeafgrøder har ikke haft så stort et omfang på Planteværnscentret. Forsøgene har omfattet afprøvning af den såkaldte børsterenser og radrensning i majs. Arbejdet har vist, at behandlingseffekten og -sikkerheden kan forbedres væsentligt, ved en bedre udnyttelse af de eksisterende redskabstyper og ved forbedring af renseaggregaterne (Vester & Rasmussen, 1990). For at sikre en bedre arbejdskapacitet er det også her ønskeligt med automatisk styring.

Af interesse for økologisk jordbrug skal det også nævnes, at der er arbejdet med ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse på befæstede arealer og i beplantninger (Vester, 1989a).

Fremtiden

For at kunne opstille et fagligt velfunderet vejledningsgrundlag må der arbejdes langt mere målrettet og analytisk med de ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder, end der generelt har været gjort. Der er ofte konstateret en klar disharmoni imellem mål og metode i forsøgsarbejdet, hvor forsøgsmetoderne har været utidssvarende og tilfældige.

Det er vigtigt at sikre en høj kvalitet i forskningen. Det kræver, at forskerne kridter skoene, og at der skabes de rette arbejdsbetingelser. Da der generelt er tale om projektfinansierede aktiviteter, stiller det også krav til de bevilgende myndigheder. De må nemlig forstå, at der ikke opnås hurtige epokegørende resultater med de ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder uden en målrettet og sammenhængende arbejdsindsats. Lægges der et sådant arbejde for dagen, anses det til gengæld også for muligt at forbedre og udvikle metoderne ganske betydeligt.

For flere metoders vedkommende mangler der endnu så meget basisviden, at det ikke er relevant at afprøve dem under praktiske forhold i større stil. For at kunne udnytte simple forsøg udført under praktiske forhold, kræves det, at der er fornuftige hypoteser at afprøve, ellers kan arbejdet nemt være ressourcespild. Basisforskning og praktisk afprøvning må således følges ad og gensidigt støtte hinanden. Den største fejl, der kan ske nu, er, at man forsøger at forcere udviklingen ved at springe nødvendig forskning over.

Litteratur

- Ascard, J. 1990. Weed control in ecological vegetable farming. Proceedings of the Ecological Agriculture. Alternativ odling nr. 5. Sveriges Lantbruksuniversitet, 178-184.
- Böhrnsen, A. & Bräutigam, V. 1990. Mechanische Unkrautbekämpfung mit Striegel und Netzegge in Winterweizen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft 12, 463-472.
- El Titi, A. 1989. Farming system research at Lautenbach, Oedheim, FR, Germany. WPRS Bulletin XII/5, 21-36.
- Gummeson, G. 1986. Kemisk och icke kemisk bekämpning-förändringar i ogräsbestand vid olika bekämpningsåtgärder. Ogräs och Ogräsbekämpning. 27: e Svenska Ogräskonferensen, 200-220.
- Hammerström, L. 1990. Ogräsharvning i stråsäd. 31: Svenska Växtskyddskonferensen. Ogräs och Ogräsbekämpning, 55-58.
- Källander, I. 1989. Jordbruksbok för alternativodlare. LTs förlag, Stockholm 495 pp.
- Mikkelsen, G. 1990. Research in ecological cropping systems in Denmark. Alternativ odling no 5. Sveriges Lantbruksuniversitet, 104-109.
- Pallutt, B. Haass, J. & Feyerabend, G. 1984. Zu Frage der mechanisch-chemischen Unkrautbekämpfung in der Fruchtfolge. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR. 38 (3), 45-48.
- Rasmussen, J. 1990. Selectivity an important parameter on establishing the optimum harrowing technique for weed control in growing cereals. Proc. EWRS. Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals, 197-204.
- Rasmussen, J. 1991a. Testing harrows for mechanical control of seed propagated weeds in agricultural crops (manuskript til publicering).
- Rasmussen, J. 1991b. A model for prediction of yield response in weed harrowing (manuskript til publicering).
- Rasmussen, J., Nemming, A. & Vester, J. 1989. Harvetyper og bekæmpelsesstrategier ved ukrudtsharvning i vårsæd. 6. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 144-157.

- Rydberg, T. 1986. Ogräsharvning i vårstråsäd - utvecklingsstadium, körehastighet, harvningsriktning. - Odlingssystem och växtföljder med huvudvikt på alternativ udling. NJF-Seminarium 106, 26(1)-26(9).
- Schmid, O. & Steiner, N. 1987: Erfahrungen mit der mechanischen Unkrautregulierung in Getreide auf Betrieben des biologischen Landbaus. (I: Beikrautregulierung statt Unkrautbekämpfung. Ed. M. Hoffmann og B. Geier). Alternative Konzepte 58, 65-81.
- Vereijken, P. 1989. Research on integrated arable farming and organic mixed farming in the Netherlands. WPRS Bulletin XII/5, 41-50.
- Vester, J. 1988. Flame cultivation for weed control, 2 years' results. Weed Control in Vegetable Production. Proceedings of a Meeting of the EC Expert's Group/Stuttgart 28-31 October 1986. (Ed. R. Cavalloro og A. El Titi): 153-167. A.A. Balkema. 303 pp. ISBN 6191 845 6.
- Vester, J. 1989a. Kemikaliefri ukrudtsbekæmpelse i grønne områder. Konklusioner fra et treårigt projekt. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6, 1989. 61 pp. ISBN 87-503-7798-1.
- Vester, J. 1989b. Mekanisk og termisk nedvisning af kartoffelløv. Nordisk Planteværnskonference, 1989: 337-344.
- Vester, J. 1990a. Anvendelse af ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse som et led i udviklingen af integrerede systemer. Notat til Miljøstyrelsen den 14. september 1990. Publicering er under forberedelse.
- Vester, J. 1990b. Integrated - non chemical weed control in vegetables. NJF seminar nr. 174. Miljøvenlig produktion af frugt, bær og grønsager. 26-29 juni 1990. Hveragerdi, Island. NJF-rapport nr. 66: 52-56.
- Vester, J. 1990c. Present situation and future for research projects within plant production in organic agriculture at the Danish research service for plant and soil science. In: Biological farming in Europe: Challenges and opportunities. Proceedings of the Expert Consultation. Bern, Switzerland, 28-31 May 1990. ED. by Dr. J.M. Besson. FAO. REUR Technical series 12, 241-244. ISSN 1013-154 X.
- Vester, J. & Rasmussen, J. 1990. Test of the Row Brush Hoe in Horticultural Crops. Proceedings of a meeting of the EC Experts Group, Tølløse, Denmark, 15 to 17 November 1988. Importance and perspectives on herbicide-resistant weeds. Ed. R. Cavalloro & G. Noyé. ECSC_EEC_EAEC, Brussels, 123-133. 219 pp. ISBN 92-826-0999-5.

Ukrudtsbekæmpelse på økologiske demonstrationsbrug

Anders Nemming, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Indledning

I det følgende vil jeg kort redegøre for en del af de aktiviteter, der er sat i gang fra Planteværnscentret, Afdelingen for ukrudtsbekæmpelse, i forbindelse med et projekt omkring ukrudtsbekæmpelse i økologisk jordbrug. Projektet er finansieret af Jordbrugsdirektoratet.

Formålet med projektet er at beskrive ukrudtssituationen i det økologiske jordbrug og at introducere redskaber og metoder til ukrudtsbekæmpelse på gårdene.

Materialer og metoder

Ukrudtsmonitoring

Der er gennemført ukrudtsmonitoring på fire økologiske demonstrationsbrug. Monitoringerne er foretaget to gange i løbet af vækstsæsonen i 1989 og 1990. Første registrering er foretaget i starten af maj og anden sidst i juni. Registreringerne er foretaget i alle korn- og rækkeafgrøder. Da afgrøderne følger sædskiftet, er det ikke nødvendigvis de samme marker der er analyseret i 1989 og 1990. I hver mark er analyseret 10 tilfældige prøveflader af 0,1m² ved hjælp af Raunkiær's analyseteknik (Raunkiær, 1934). Dvs. at der i hver analyseflade er registreret hvilke arter der forekommer. Udover Raunkiær analysen er der optalt antal ukrudtsplanter i analysefladerne. Ud fra registreringerne kan vi få et udtryk for den enkelte arts hyppighed i de forskellige afgrøder. Dette udtryk betegnes som frekvens. Frekvensen er de-

fineret, som den procentiske chance for at finde en bestemt art i en prøveflade (Andreasen, 1989). Udover frekvensen giver optællingen i prøvefladerne også et udtryk for størrelsen af det samlede ukrudtstryk.

I de analyserede marker er der i mange tilfælde foretaget en ukrudtsbekæmpelse før monitoringen. Resultaterne er derfor et udtryk for den aktuelle og ikke den potentielle ukrudtssituation.

Ukrudtsbekæmpelse

Redskaber

I 1990 har vi på tre af demonstrationsbrugene introduceret redskaber til termisk og mekanisk ukrudtsbekæmpelse, og der er her udført forsøg med disse. Det drejer sig om en Reinert-gasbrænder, monteret med udstyr til fladebrænding i 3m bredde, en 3m bred ukrudtsharve anvendt til parcelforsøg og en 12m bred ukrudtsharve til storskalaforsøg på hele marker. Begge harver er langfingerharver af fabrikatet Einböck.

Forsøg med ukrudtsharvning

Parcelforsøg med ukrudtsharvning i vårbyg er udført for at belyse harvetidspunktets indflydelse på ukrudtsbestanden og udbyttet, samt at fastlægge de optimale harvetidspunkter. I forsøget blev 6 forskellige harvetidspunkter, gasbrænding og et ubehandlet led sammenlignet. Der blev ukrudtsharvet med 1 uges interval fra 1-6 uger efter såning af afgrøden, med kun én behandling pr. led. Gasbrændingen blev udført 6 uger efter såning. I forsøget er bestemt ukrudtstørstof i juli samt målt udbytte (hkg/ha, 15 pct. vand) ved høst.

Storskala forsøg er udført i 4 vinterhvedemarker for at afprøve anvendeligheden af en 12m ukrudtsharve med en stor kapacitet under praktiske forhold. På disse marker blev der afsat ubehandlede parceller på 12*15m. Optælling og høst er foretaget i 4 flader á

0,25m², dels i de ubehandlede parceller og dels i det tilstødende areal i en afstand på 2m fra parcellen.

Forsøg med gasbrænding

For at undersøge gasbrændingens indflydelse på lugetid og ukrudtsbestand i løg, blev der i udført et forsøg. I forsøget er et ubehandlet led sammenlignet med et led der blev gasbrændt 1 uge efter såning af afgrøden (før afgrødens fremspiring), og et led der blev gasbrændt 2 gange henholdsvis 1 og 2 uger efter såning. Ved den sidste gasbrænding var løgene spiret frem med et "knæ" på 1-2 cm højde. Der blev optalt ukrudtsplanter før og efter brændingerne, samt en uge efter sidste brænding. Det blev målt lugetid og udbytte på 4*4 m pr parcel.

Gasbrændingens effekt på hakketid og ukrudtsbestand i roer er undersøgt. Vi har udført et forsøg, hvor vi har sammenlignet et led der var ubehandlet med et led der blev gasbrændt lige før roernes fremspiring. Der blev optalt ukrudtsplanter før og efter gasbrændingen, samt igen 10 dage efter. Der blev målt hakketid, men ikke udbytte.

Resultater

Ukrudtsregistreringer

Ukrudtsproblemerne i økologisk jordbrug er stærkt varierende, spændende fra ingen til op mod et par tusinde ukrudtsplanter pr. m².

I de undersøgte vårsædsmarker blev der gennemsnitligt registreret en ukrudtsbestand på 190 ukrudtsplanter pr. m², i vintersædsmarker blev registreret 114 ukrudtsplanter pr. m², og i rækkeafgrøder blev der registreret 76 ukrudtsplanter pr. m². Gennemsnitstallene dækker for alle afgrødegrupper over en variation fra 0 til 1920 ukrudts-

planter pr. m² i vårsæden, 430 ukrudtsplanter pr. m² i vintersæden og 730 ukrudtsplanter pr. m² i rækkeafgrøderne.

I vårsæden er der størst problemer med ukrudtsarter som Agersennep (korsblomstret ukrudt), Hvidmelet gåsefod, Fuglegræs, Ærenpris og Snerle pileurt. Med undtagelse af Agersennep stemmer det godt overens med en resultaterne fra en undersøgelse over de hyppigst forekomne ukrudtsarter i 19 økologiske vårsædsmarker foretaget af Sloth & Feddersen (1983).

På enkelte marker med lavbunds- og vandlidende jorde har Fersken- og Blegpileurt, Hanekro eller Kamille optrådt som dominerende ukrudt.

I vintersæden var de dominerende ukrudtsarter Fuglegræs, Hvidmelet gåsefod, Ærenpris, Kamille og Vejpileurt. Vi har desuden efter et par milde vintre set voldsomme problemer med Agersennep (korsblomstret ukrudt) på enkelte marker.

I rækkeafgrøderne var de dominerende arter Hvidmelet gåsefod, Fuglegræs, Ærenpris, Vej pileurt og Kamille. På to enkelte lokaliteter optrådte henholdsvis Agersennep og Hanekro som den dominerende art i rækkeafgrøderne.

Af ukrudtsregistreringerne ses en tendens til større problemer med korsblomstret ukrudt på arealer som har været drevet økologisk i en længere årrække.

Blandt de omtalte ukrudtsarter må Agersennep og Hanekro anses for at være blandt nogle af de mest problematiske i økologisk jordbrug. De spirer hurtigt frem om foråret, og kan kun bekæmpes effektivt med mekaniske metoder på kimbladstadiet.

I tabel 1 er der for de enkelte marker på de 4 undersøgte ejendomme angivet antal ukrudtsplanter pr. m², samt de 3 mest dominerende ukrudtsarter. Der er i tabellen for kornafgrøderne i 1990 angivet ukrudtstørstofandelen af den samlede tørstofproduktion. I tabellen

er ukrudtsarterne rangordnet efter i hvor mange marker, de er konstateret som værende blandt de 3 hyppigste forekommende. Resultaterne stemmer godt overens med andre undersøgelser af økologiske marker (Hald & Reddersen, 1990).

Med Clusteranalysen (metode=average) (Anonym, 1988) er det undersøgt om der var en simpel sammenhæng mellem artsfordelingen, afgrødetype og lokalitet. En sådan sammenhæng kunne ikke påvises. Der er derfor noget der kunne tyde på at ukrudtsfloraens sammensætning også afhænger af andre faktorer.

Tabel 1. Antal ukrudtsplanter pr. m², samt de 3 mest dominerende ukrudtsarter i de enkelte marker i 1989 og 1990 på 4 udvalgte ejendomme. 1-2-3 angiver en rangordning af ukrudtsarterne i de enkelte marker alt efter ukrudtsarternes frekvens (1 angiver arten med størst frekvens). Hvis der er flere ukrudtsarter med samme frekvens er de angivet med samme tal. Tallene i tabellen bygger på data indsamlet i perioden mellem d. 18/6 og 13/7.

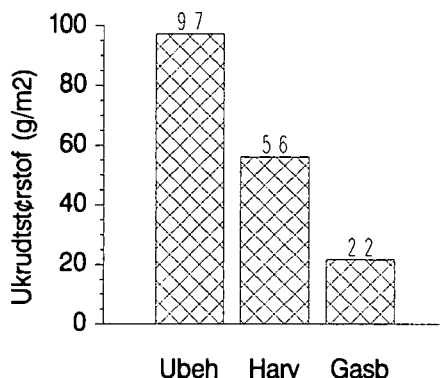
Mark nr.	Afgrøde	Ukrudtstørstof %	Antal Ukrudtsplanter/m ²	Udlæg	Alm. Fuglegræs Hvidmelet gåsefod Ærenpris	Kamille Græskrudt (-Kvik) Snerle-Pileurt	Korsblomstret Ukrudt Vej-Pileurt Agerstedenoder	Mark Forglemigej Fersken- og Bleg-pileurt Hyrdetaske	Kvik Rød Arve Hanekro	Tidsej Lav Ranunkel Dværg Løvefod	Kløver Liden Nælde Alm. Spærgel	Kornvalmue Vejbred Honningurt
Ejendom 1 1989:												
Mark 1	Løg	18			3	3	2			1		
Mark 1	Kartofler	71		1	2	2				2		
Mark 3	Byg/Ært	199		1	1		2					
Mark 2	Bl. grønsager	13			2	1	2					
Mark 2	Kartofler	86		2	3		1					
Mark 3	Hvede	31		1		1	2					
Mark 4	Rug	43		1		2		3				
Mark 5	Hvede	69		1			2	2		2		2
Mark 6	Byg/Ært	77		2	1	1						
Mark 6	Roer	4		2	2	1	1	2				
Mark 6	Rødbeder	10		2	3	1	3					

Mark nr.	Afgrøde	Ukrudtstørstof %	Antal Ukrudtsplanter/m ²	Udlæg	Alm. Fuglegræs Hvidmelet gåsefod Ærenpris	Kamille Græsukrudt (-Kvik) Snerle-Pileurt	Korsblomstret Ukrudt Vej-Pileurt Agerstedmoder	Mark Forglemmigej Fersken- og Bleg-pileurt Hyrdetaske	Kvik Rød Arve Hanekro	Tidse Lav Ranunkel Dværg Løvefod	Kløver Liden Nælde Alm. Spergel	Kornvalmue Vejbred Honningurt
<u>Ejendom 1 1990:</u>												
Mark 1 Kartoffler			37	1 3 2								
Mark 1 Bl. grønsager			10	1 1 2	2 2 2	1						
Mark 1 Roer			22									
Mark 2 Hvede		5,27	92	1 2 3 1	1	2						
Mark 3 Roer			28									
Mark 4 Hvede		14,43	176	1	1						2	
Mark 5 Rug		3,88	141	1 1 2 1	2						1	
Mark 5 Roer			20									
Mark 6 Byg/Ært		0,88	100	x 2 1								
Mark 8 Hvede		3,97	168	1	2							
<u>Ejendom 2 1989:</u>												
Mark 2 Byg/Ært			92	x 3	2 2 1	1						2 2
Mark 3 Roer			30		1 1		2	2 2 2				
Mark 3 Havre			70	1 1	1							
Mark 6 Byg/Ært			100	x 3 2	3 2 3	1 1						3
Mark 8 Hvede			53		2							
Mark 9 Rug			80	3	1							
<u>Ejendom 2 1990:</u>												
Mark 3 Vårhvede		6,60	185	1 2 3								
Mark 4 Roer			13	3 2	1 1 2							
Mark 4 Bl. grønsager			14	3	3 3			3				
Mark 7 Hvede		3,05	144	1 3 1	1	2						
Mark 8 Byg		10,34	607	x 3 1	1 2			2			1	
Mark 8 Havre		7,27	389	x								
Mark 9 Byg		32,47	591	x 2 1	1	1			2		2	
Mark 9 Byg		13,88	253	x 1 1	2				1			
Mark 10 Vårhvede		9,69	367	x 2	1						1	
<u>Ejendom 3 1989:</u>												
Mark 2 Byg/Ært			99	1 2	2							
Mark 4 Byg/Ært			140	x 1		2	2	3				
Mark 5 Hvede			123		1 3		2					

Mark nr.	Afgrøde	Ukrudtstørstof #	Antal Ukrudtsplanter/m ²	Udlæg	Alm. Fuglegræs Hvidmelet gåsefod Ærenpris	Kamille Græsukrudt (-Kvik) Snerle-Pileurt	Korsblomstret Ukrudt Vej-Pileurt Agerstedmoder	Mark Forglemmigej Fersken- og Bleg-pileurt Hyrdetaske	Kvik Rød Arve Hanekro	Tidsel Lav Ranunkel Dværg Løvefod	Kløver Liden Nælde Alm. Spergel	Kornvalmue Vejbred Honningurt
Mark 5 Roer			12									
Mark 6 Hestebønner			56									
Mark 7 Byg			106		3 1 2 2 1	1	3 1					
Mark 8 Byg/Ært			150 x		1 1 1	2		2 1				
Mark 21 Havre			33									
Mark 22 Byg/Ært			98		1			3	2 3	1		
<u>Ejendom 3 1990:</u>												
Mark 2 Byg/Ært/Havre			248 x		1 1				2			
	2,54											
Mark 3 Roer			43		2	3 3						
Mark 3 Havre			58				1 1					
	1,47											
Mark 5 Hestebønner			203									
Mark 5 Byg/Ært/Havre			209		1 2 1 2							
	3,20											
Mark 6 Hvede			87		1 2 3							
	2,05											
Mark 7 Byg/Ært			218		1 2 1	2	2 2	1				
Mark 21 Byg/Havre/Ært			132									
	4,95											
Mark 22 Byg/Havre/Ært			56		1 3 3 2	3						
	1,87											
Mark 31 Rug			217			2 1	2					
	2,67											
<u>Ejendom 4 1989:</u>												
Mark 1 Byg			75		1	2						
Mark 4 Roer			25			3		1				
Mark 6+7 Byg/ært			193 x		2 1					3		
Mark 8 Byg			98 x		2			1				
Mark 10 Kålroer			26			1	3	1	2			
<u>Ejendom 4 1990:</u>												
Mark 1 Roer			111		3							
Mark 4 Byg			157 x		1 1	1 2		2				
Mark 7 Byg			327 x				1					
Mark 9 Ært			12,09					2 3				
Mark 10 Byg			6,50					1 3			2	
Mark 12 Havre			1,42					1				
Mark 14 Byg			5,04			3	1					
			204 x		2							

Ukrudtsharvning

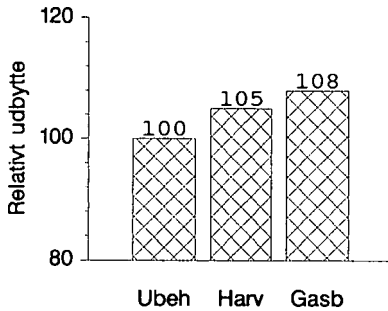
Forsøget med ukrudtsharvning gav ingen entydige svar mht. det optimale behandlingstidspunkt. Det skyldes først og fremmest at der var en meget stor forsøgsusikkerhed. Lsd-værdien på høstudbytterne udgjorde således 20 pct. på gennemsnitsudbytterne. Det vil sige at behandlinger der gav mindre end ca. 20 pct. udbytteeffekt ikke kunne udskilles. For ukrudtets vedkommende var forsøgsusikkerheden endnu større. Det kan dog fastslås at gasbrændingen gav bedre effekt end harvningen og at harvetidspunkterne ikke kunne adskilles fra hinanden (figur 1).



Figur 1. Gennemsnit af ukrudtstørstof efter ukrudtsharvning og gasbrænding i vårbyg (udtagelse til tørstofprøve d. 5/7). Såning foretaget d. 26/3, ukrudtsharvet med en uges interval fra d. 2/4-30/4 og gasbrændt d. 30/4.
 Ubeh. = ubehandlet
 Harv. = ukrudtsharvet
 Gasb. = gasbrændt.

Storskalaforsøgene i vinterhvede viste ingen signifikante forskelle mellem det ukrudtsharvede og de ubehandlede parceller. I de 4 vinterhvedemarken hvor disse forsøg blev gennemført, udgjorde ukrudt under 1 pct. af biomassen d. 1/7. Disse 4 forsøg må derfor betragtes som rene toleranceforsøg.

Det ser således ud til at afgrøden har kunnet kompensere for den eventuelle skade ukrudtsharvningen har forårsaget.

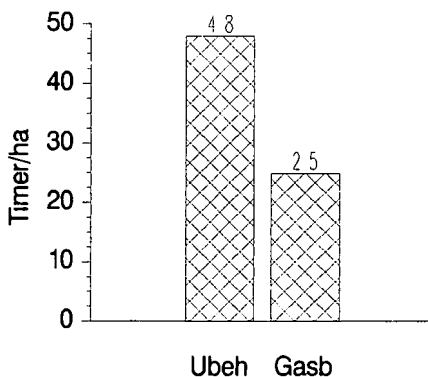


Figur 2. Relativt udbytte (Ubeh=65hkg/ha).

Ubeh. = ubehandlet
 Harv. = ukrudtsharvet
 Gasb. = gasbrændt.

Gasbrænding

Forsøget i roer viste, at hakketiden og ukrudtsmængden kunne reduceres væsentligt med en vellykket gasbrænding før roernes fremspiring. I dette forsøg er gasbrændingen udført 10 dage efter såning af roerne, roespirerne var ved brændingen ca. 0,5 cm under jordoverfladen. Gasbrændingen reducerede hakketiden ved første hakning med 48 pct. (se figur 3). Ligende reduktioner er fundet af Geier (1987) og Ascard (1990), ved gasbrænding i rækkeafgrøder før fremspiring.

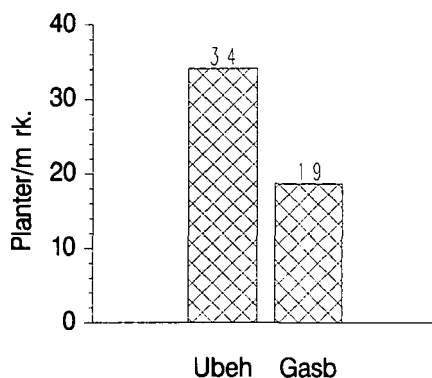


Figur 3. Hakketid ved første hakning i roer efter gasbrænding.

Ubeh. = ubehandlet
 Gasb. = gasbrændt.

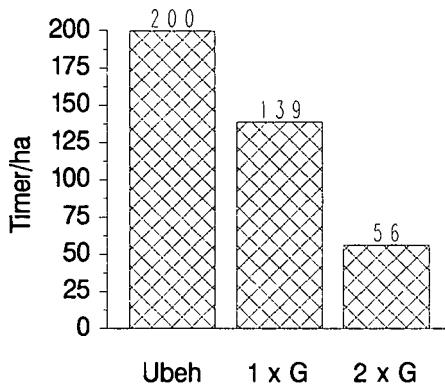
Ved optællingen af ukrudt 10 dage efter gasbrændingen ses det tydeligt at brændingen har reduceret ukrudtsbestanden med næsten 50 pct. (se fig. 4). Ukrudtsplanterne i de gasbrændte led var desuden mindre end i de ubehandlede led.

Ved gasbrænding i såløg var effekten af gasbrænding også meget stor. Løg kan ligesom f.eks. majs tåle gasbrændingen selv efter de er kommet op, da de har vækstpunktet godt beskyttet.



Figur 4. Antal ukrudtsplanter pr. m række 10 dage efter gasbrænding.
 Ubeh. = ubehandlet
 Gasb. = gasbrændt.

Lugetiden blev ved én brænding reduceret 31 pct. og ved to brændinger med 72 pct. (se fig. 5). Samme tendens til reduktion af lugetiden er fundet af Ascard (1989). Af figur 6 ses det, at reduktionen af lugetiden har en pæn sammenhæng med reduktionen i ukrudtsbestanden. Det har ikke været muligt at se forskelle i udbyttet efter gasbrænding (se figur 7).

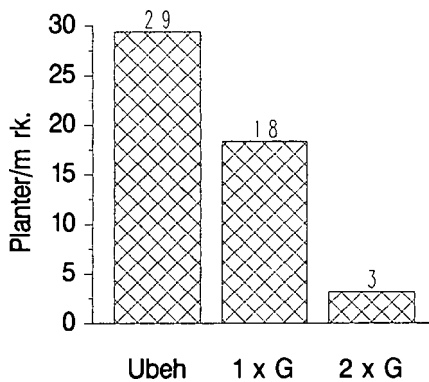


Figur 5. Tidsforbrug ved første lugning efter gasbrænding i såløg.

Ubeh. = ubehandlet.

1*G = 1 gasbrænding.

2*G = 2 gasbrændinger.

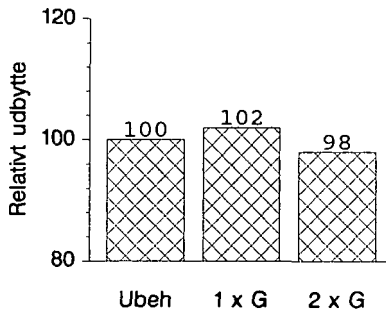


Figur 6. Antal ukrudsplanter 1 uge efter sidste gasbrænding.

Ubeh. = ubehandlet.

1*G = 1 gasbrænding.

2*G = 2 gasbrændinger.



Figur 7. Udbytte i såløg efter gasbrænding (Ubeh=62,5 t/ha).

Ubh. = ubehandlet

1*G = 1 gasbrænding

2*G = 2 gasbrændinger.

Diskussion

Af ukrudtsmonitoringen ses det, at der er store variationer i ukrudtsbestanden. Der er derfor behov for at udarbejde skadetærskler for de forskellige ukrudtsarter i de enkelte afgrøder, så det kan afgøres hvornår man skal sætte ind med en eventuel bekæmpelse.

De første erfaringer fra forsøg med gasbrænding og ukrudtsharvning på økologiske jordbrug viser, at det kun er meningsfyldt at belyse simple sammenhænge i énfaktorielle forsøg. Forsøgsresultaterne skal adskille sig kraftigt fra hinanden for, at det er muligt at sige noget om dem. Dette gør sig gældende for gasbrændingens vedkommende, men ikke for ukrudtsharvningen. Forsøg udført af Fællesudvalget for økologisk og biodynamisk jordbrug (Fog, 1990) med gasbrænding i roer har ikke vist nogen effekt af gasbrændingen. En mulig forklaring er, at brændingen er udført så tidligt, at der ikke var spiret ret meget ukrudt frem.

Tidligere ukrudtsharvningsforsøg har vist at der kan være kraftige vekselvirkninger mellem forsøgslokaliteter (Rasmussen et al., 1989)

eller kørehastighed (Rasmussen, 1990). Vi kan derfor ikke anvende resultaterne fra harveforsøget til vejledning, da vi ikke kan klarlægge hvilke vekselvirkninger der spiller ind. Kun hvis vi arbejder med kvantitative koblinger mellem behandlingerne kan vi klarlægge årssagssammenhængene og beskrive vekselvirkningerne (Rasmussen & Vester, 1991).

Der er derfor behov for et samspil imellem praktiske og mere basisorienterede forsøg. I et sådan samspil vil de mere basisorienterede forsøgsresultater og hypoteser kunne efterprøves i praksis. Det ser derimod ud til at være særdeles vanskeligt at udarbejde et vejledningsgrundlag for ukrudtsharvning alene på grundlag af simple praksisorienterede forsøg.

I projektet er der dog ikke kun lagt vægt på at udføre forsøg, men også demonstrationer der er med til at øge praktikernes kendskab til de ikke-kemiske metoder.

Konklusion

Ukrudtsmonitoringen viser, at der i både vårsæd og rækkeafgrøder er behov for en øget ukrudtsbekæmpelse.

I rækkeafgrøderne er der behov for at reducere det meget store arbejdsforbrug til renholdelse. I vårsæden er der behov for at undgå en mulig reduktion af udbyttet og en forøgelse af jordens frøpulje.

Det har ikke været muligt på grundlag af ukrudtsfrekvenserne at finde en sammenhæng mellem ukrudtsforekomst, afgrødetyper og lokalitet.

Erfaringerne fra 1990 viser, at vi med den termiske ukrudtsbekæmpelse i rækkeafgrøder, kan opnå gode ukrudtsbekæmpelses-effekter og store arbejdsbesparelser.

Fra forsøg med ukrudtsharvning har vi ikke fået anvendelige resultater, pga. en meget stor forsøgsusikkerhed. Det står klart at der både er behov for mere praktisk orienterede forsøg og de mere grundlæggende forsøg.

Litteratur

- Andreasen, C. 1989. Statistisk behandling af Raunkiæranalyser. Nordisk Planteværnskonference, 1989, 389-398.
- Anonym 1988. SAS/STAT User's Guide (Release 6.03 Edition) Cary, NC: SAS Institut Inc, 1988. 1028 pp.
- Ascard, J. 1989. Thermal weed control with flaming in onions. III. Internationale Konferenz zu Aspekten der nicht chemischen Beikrautregulierung, Linz, 10-12 Oktober, 1989, 175-189.
- Ascard, J. 1990. Ogräsbekämpning utan herbicider - 30-talsjordbrug eller framtidsmodell. Hortica, nr. 5, maj 1990. Tomelilla, 2-7.
- Fog, E. 1990. Forsøg med økologisk og biodynamisk dyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 1989. Landsudvalget for Planteavl, Skejby, 217-221.
- Geier, B. 1987. Systeme der Abflamntechnik und mögliche Arbeitsersparnis. Alternative Konzepte 58. I: Beikrautregulierung statt unkautbekämpfung. Ed. M. Hoffmann & B. Geier. C.F. Müller Verlag. 143-151.
- Hald, A.B. & Reddersen, J. 1990. Fugleføde i kornmarker - insekter og vilde planter, Miljøprojekt nr. 125, 1990. Miljøstyrelsen, 108 pp.
- Rasmussen, J. 1990. Selectivity an important parameter on establishing the optimum harrowing technique for weed control in growing cereals. Proc. EWRS. Symposium 1990, Integrated Weed Mangement in Cereals, 197-204.
- Rasmussen, J. & Vester, J. 1991. Udvikling og afprøvning af ikke-kemiske metoder til ukrudtsbekæmpelse. Statens Planteavlsforsøgs Specialberetning nr. S2111, 38-48.
- Rasmussen, J., Nemming, A. & Vester, J. 1989. Harvetyper og bekæmpelsesstrategier ved ukrudtsharvning i vårsæd. 6. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 144-157.
- Raunkiær, C. 1934. The life form of plants and statistical plants geography. Clarendon Press, Oxford, 201-282.
- Sloth, A. & Feddersen, I. 1983. Regulering af ukrudt i økologisk jordbrug, 134 pp. DSR forlag.

Jordens frugtbarhed målt ved mikroorganismer

Susanne Elmholt, Afd. f. Pesticidanalyser og Økotoksikologi

Indledning

Ved Planteværnscentret i Flakkebjerg er igangsat et projekt, som med støtte fra Økologisk Jordbrugsråd, skal belyse muligheden for at anvende udvalgte mikrosvampe som led i en biologisk jordbundsbeskrivelse i økologisk jordbrug. Saprophytiske mikroorganismer, dvs. mikroorganismer som lever af dødt, organisk materiale, spiller en meget væsentlig rolle for opretholdelse af agerjordens frugtbarhed. De nedbryder og omsætter organisk materiale, bidrager til en god jordstruktur og er med til at hæmme opformering af skadevoldende mikroorganismer. Med en biomasseandel på omtrent 70 pct. mod bakteriernes ca. 30 pct. udgør svampene den største del af jordens mikroorganismer. Blandt de svampeslægter, som dominerer i agerjord, er Fusarium og Penicillium. Der er flere grunde til, at det er interessant at følge forekomsten af netop disse svampeslægter i forbindelse med jordbundsundersøgelser i forskellige dyrkningssystemer:

- Det er svampeslægter, som rummer plantepatogene arter (inden for Fusarium) og saprophytiske arter, som ved nedbrydning af bl.a. cellulose, spiller en væsentlig rolle for omsætning af organisk materiale (f.eks. halm).
- Tidligere forsøg tyder på, at forekomst af netop Fusarium og Penicillium er korreleret til dyrkningssystem (Elmholt og Kjøller, 1987; Elmholt & Kjøller, 1989).
- Der findes semi-selektive næringssubstrater, som letter isolering af Fusarium og Penicillium fra jorden.

Undersøgelsernes formål i 1989-1990 har været at finde ud af, om der sker en kontinuerlig udvikling i forekomst af Fusarium og Penicillium efter omlægning fra traditionel til økologisk/bio-dynamisk drift. Foruden forekomst af ovennævnte svampe blev der

foretaget optælling af det totale antal skimmelsvampe (incl. de 2 ovennævnte slægter) samt en bestemmelse af jordprøvernes biomasse og mikrobielle aktivitet.

Nedenfor beskrives ganske kortfattet metodik og resultater for isolering af Penicillium samt måling af mikrobiel aktivitet i jordprøverne (jordbundsrespiration).

Metode

Valg af forsøgsarealer

Følgende kriterier er - på baggrund af tidligere erfaringer - lagt til grund for arealudvælgelse:

- Sammenlignelig jordtype
- Sammenlignelig afgrøde
- Sammenlignelig forfrugt.

Desuden var det en forudsætning for udvælgelse, at arealerne skulle være dyrket økologisk/biodynamisk i forskelligt tidsrum.

På grundlag af ovennævnte kriterier udvalgte "Systemforskningsarealerne" i Foulum (omlægning til økologisk drift 1987, JB 4) samt 3 af de gårde, som indgår i Helårsforsøgenes "Projekt økologiske Jordbrugssystemer" (Kristensen & Henneberg, 1989): Yoga Ashrama (omlægning til biodynamisk drift 1981, JB 5), Gl. Oremandsgård (omlægning til biodynamisk drift 1978, JB 4-6) og Steffenskilde (omlægning til biodynamisk drift 1958, JB 5-7). På hver af gårdene udvalgte en mark med 2. eller 3. års kløvergræs (eller lucerne/-græs) og en mark med vinterhvede (forfrugt rajgræs, 2.års kløvergræs, 2.års lucerne, byg-ærter m/lucerneudlæg). På Foulum, hvor hvede ikke indgår i det økologiske sædskifte, blev prøveudtagning foretaget i en integreret dyrket hvedemark.

Prøveudtagning

Første prøveudtagning 20/11-23/11 1989. Anden prøveudtagning 27/4-30/4 1990. Prøver udtaget i grid på 30 x 40 m med åbent jordspyd i 10-12 cm. Prøverne fra hver enkelt mark blandet til een sammensat jordprøve.

Isolering af mikrosvampe

Svampene blev isoleret ved pladespredning, som beskrevet i Elmholt & Smedegaard-Petersen (1988). Der blev undersøgt 5 delprøver fra hver sammensatte jordprøve. Som substrat anvendtes DG18 agar, som på grund af sin lave vandaktivitet er velegnet til Penicillium (OXOID CM729).

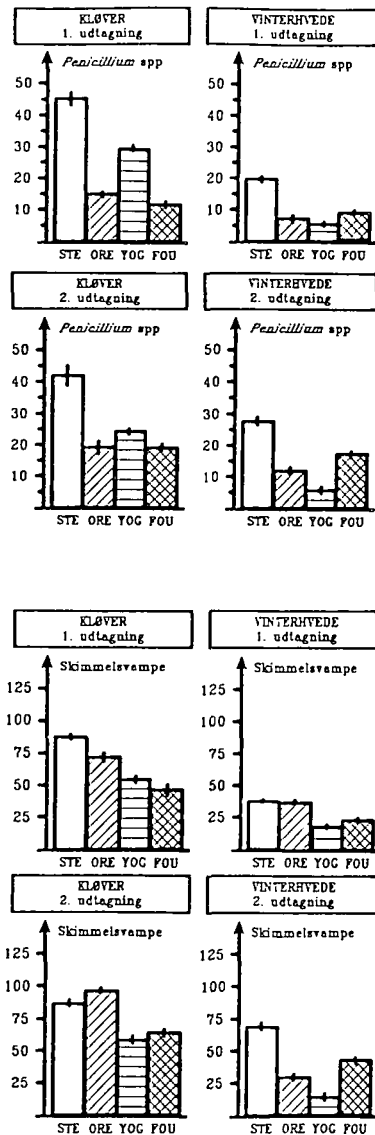
Jordbundsrespiration

Fra hver mark blev respiration bestemt i 3 delprøver ved gas-chromatografisk måling af CO₂-udskillelse, som beskrevet i Elmholt (1988).

Resultater og diskussion

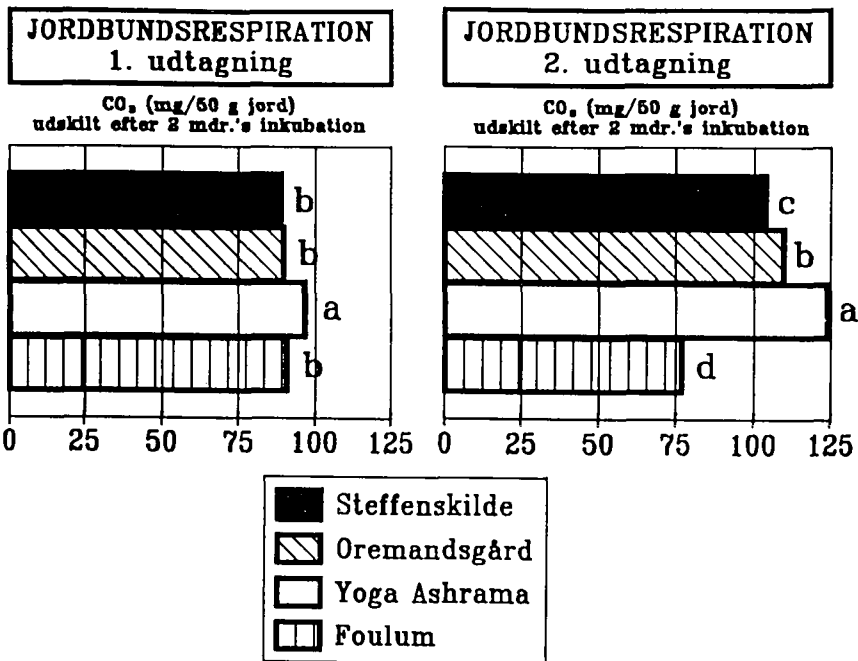
I figur 1 er forekomst af Penicillium vist som det talte antal kolonier på petriskåle (diameter 9 cm). Et optællingsresultat på 50 kolonier svarer ved de givne forsøgsbetingelser til 25.000 kolonier per gram tør jord. For skimmelsvampe totalt fandtes ingen gennemgående forskelle mellem de enkelte marker. For Penicillium fandtes derimod en sikker forskel mellem Steffenskilde og de 3 øvrige gårde, idet der både i kløver og vinterhvede er optalt omkring dobbelt så mange kolonier ved såvel 1. som 2. udtagning på Steffenskilde med den lange biodynamiske historie, altså en forskel som klart synes relateret til dyrkningssystem. Dette er i overens-

stemmelse med tidligere observationer på Steffenskilde (Elmholt & Kjøller, 1989).



Figur 1. Optællingsresultater (antal/petriskål) for "Skimmelsvampe totalt" og *Penicillium* spp. Resultaterne for de enkelte marker er vist som gennemsnit af de 5 gentagelser med angivelse af s.e.m. (standardfejl på middeltal).

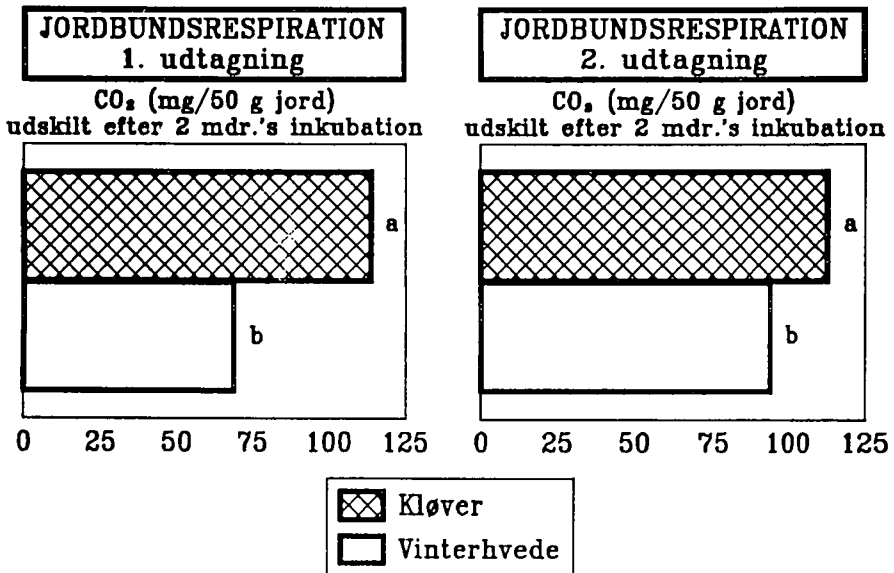
I figur 2 ses resultatet af respirationsmålingerne. Der er ikke nogen gennemgående forskel mellem markerne, derimod er der en tydelig effekt af afgrøde, idet samtlige målinger i kløvermarkerne lå signifikant højere end i hvedemarkerne (figur 3). Det skyldes, at rodmassen i kløvergræsmarker bevirker meget større mængder næring (eksudater og døde rødder) til rådighed for mikroorganismerne.



Figur 2. Jordbundsrespiration (resultater for vinterhvede og kløver slået sammen) på de fire undersøgte gårde (mg CO₂/50 g jord, udskilt efter 2 mdr.'s inkubation). Resultater med forskellige bogstaver er signifikant forskellige på 5 pct. niveau.

Det er vigtigt, at projektet løber over en længere årrække, idet der erfaringsmæssigt er store årlige variationer i monitoringer som disse. Resultaterne indtil nu tyder på, at parametrene jordbundsrespiration og "skimmelsvampe totalt" er for ufølsomme til at registrere eventuelle forskelle i mikroorganismer mellem marker med

forskellig dyrkningshistorie. Hovedvægten i projektets kommende år vil blive koncentreret om Penicillium og blive henlagt til gårde med en lang økologisk/biodynamisk dyrkningshistorie for at undersøge reproducerbarheden af de resultater, som er fundet på Steffenskilde.



Figur 3. Jordbundsrespiration (resultater for samtlige gårde slået sammen). Resultater med forskellige bogstaver er signifikant forskellige på 5 pct. niveau.

Litteratur

- Elmholt, S. 1988. Effekt af sprøjtning med fungicider på jordens svampeflora under markforhold. Beretning nr. S 1935, Statens Planteavlsforsøg, København.
- Elmholt, S. & A. Kjølner 1987. Measurement of the length of fungal hyphae by the membrane filter technique as a method for comparing fungal occurrence in cultivated field soils. Soil Biology & Biochemistry 19, 679-682.
- Elmholt, S. & A. Kjølner 1989. Comparison of the occurrence of the saprophytic soil fungi in two differently cultivated field soils. Biological Agriculture and Horticulture 6, 229-239.
- Elmholt, S. & V. Smedegaard-Petersen 1988. Side-effects of Field Applications of "Propiconazole" and "Captafol" on the Composition of Non-target Soil Fungi in Spring Barley. Journal of Phytopathology, 79-88.

Kristensen, E.S. & U. Henneberg 1989. Projekt "Økologiske Jordbrugssystemer" - Teknisk-økonomiske resultater 1988-1989, pp. 146-164. I: Østergård, V. & J. Hindhede (eds). Studier i Kvægproduktionssystemer. 661. Beretning. Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum.

OXOID CM729 Dichloran-Glycerol (DG18) Agar Base. Oxoid Ltd., Hampshire.

Næringsstofbalance og næringsstofforsyning ved økologisk grønsagsdyrkning

Leif Hagelskær, Afdeling for Grønsager

Indledning

Den økologiske grønsagsproduktion i DK foregår dels på specialiserede grønsagsbedrifter, og dels som en mindre del af den samlede produktion på kvægbedrifter. På kvægbedrifterne er der normalt ikke problemer med at opretholde en positiv næringsstofbalance, men på de specialiserede grønsagsbedrifter uden husdyr er man begrænset af de gældende regler for indkøb af gødning (Daverkosen et al., 1989; Hagelskjær, 1990).

Selv om næringsstofbalancen på gårdniveau er positiv, er det imidlertid ikke givet, at de enkelte afgrøder er tilstrækkeligt forsynet med næringsstoffer til, at man kan opnå det ønskede udbytte. Næringsstofbalancen er således kun et udtryk for den samlede omsætning af næringsstoffer på bedriften, og fortæller ikke noget om, hvorvidt der har været tilstrækkelige mængder tilgængelige næringsstoffer til rådighed for planterne på de tidspunkter, hvor de havde behov for det.

For at kunne forsyne afgrøderne med tilstrækkelige mængder næringsstoffer til at opretholde et rimeligt udbytt niveau, og samtidig overholde reglerne for økologisk jordbrug, er det således nødvendigt med en optimal udnyttelse af næringsstofferne i kredsløbet. På en ejendom med kvægbrug og grønsager vil grønsagerne altid blive tilført husdyrgødning, ofte i komposteret form. På en ejendom, hvor der i højere grad sættes på grønsagerne, vil der derimod ofte være mangel på husdyrgødning, og andre kilder til planternes næringsstofforsyning må anvendes. Alle muligheder bør derfor overvejes i gødningsplanlægningen, herunder anvendelse af husdyrgødning,

kompostering, komposteret husholdningsaffald, råfosfat, kvælstoffikserende afgrøder, grøngødning m.v.

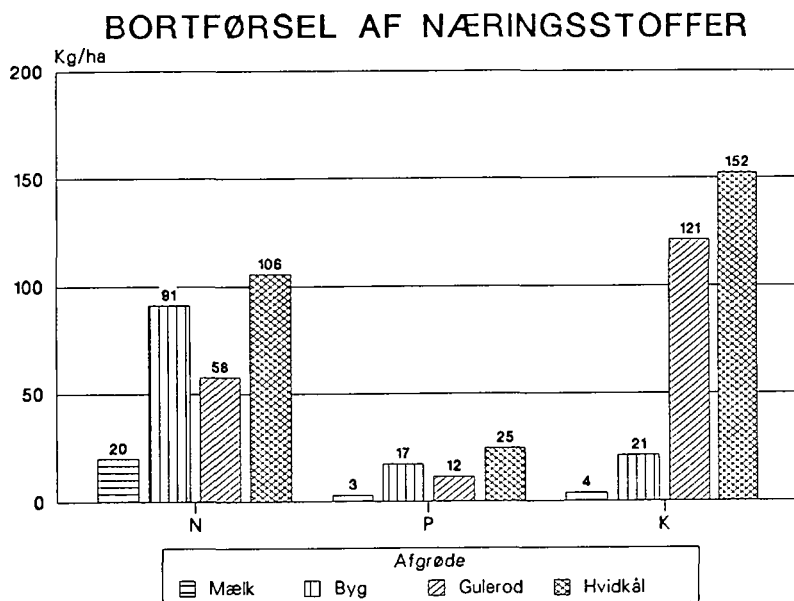
Bortførsel af næringsstoffer ved grønsagsdyrkning

Næringsstoffortførslen fra en bedrift er meget afhængig af hvilke varer der produceres. "Eksporten" af næringsstoffer er mindst ved mælkeproduktion, større ved kornproduktion, og størst ved produktion af roer, kartofler og grønsager (Hagelskjær, 1990). Ved dyrkning af grønsager høstes ofte et friskt produkt, dvs. med et forholdsvis lavt tørstofindhold (5-15 pct.). Det gælder f.eks. hovedkål, gulerødder, selleri, løg, porrer, salat m.v. Da en del af næringsstofferne, især kalium, findes i plantevæskerne, bortføres der store mængder kalium med planteprodukter med et lavt tørstofindhold. For kvælstof og fosfor er der ikke nogen entydige forskelle mellem korn og grønsager, mens kaliumfortførslen er 2-5 gange større ved grønsagsdyrkning end ved korn dyrkning. På figur 1, hvor næringsstoffortførslen ved dyrkning af gulerod og hvidkål er sammenlignet med mælk og byg, ses forskellene meget tydeligt.

Udnyttelse af organiske gødninger

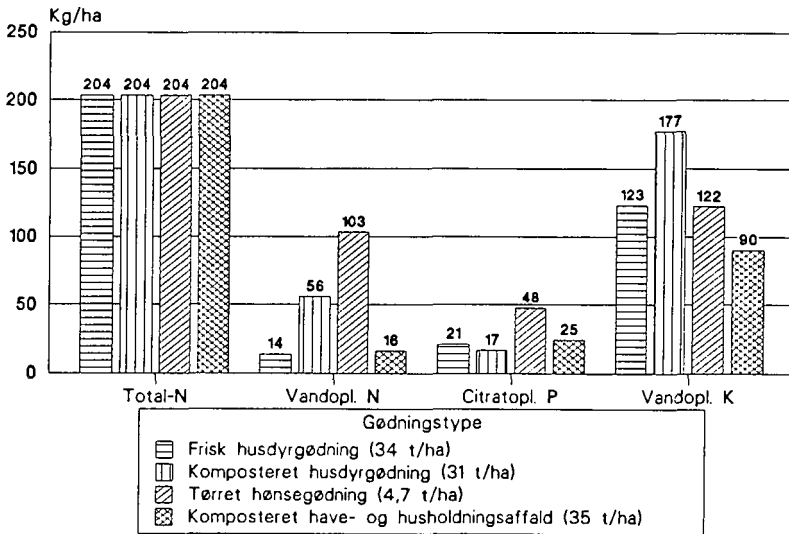
Der er på Afdeling for Grønsager i 1990 gennemført forsøg med anvendelse af forskellige typer organisk gødning til økologisk dyrkede porrer og hvidkål. De anvendte gødningstyper var frisk husdyrgødning, komposteret husdyrgødning, tørret hønsegødning og komposteret have- og husholdningsaffald. Alle organiske gødninger er tildelt i 2 mængder, kaldet $\frac{1}{2}$ og 1/1 mængde. Der er regnet med max. 50 pct. udnyttelse af total-N, som er basis for tildelingen. Den ønskede kvælstofforsyning i forsøget er de normer, der findes for konventionel dyrkning af porre og hvidkål, henholdsvis 220 og 230 kg N pr. ha (Landskontoret for Planteavl, 1989). I økologisk jordbrug vil gødningsniveauet ofte være lavere pga. begrænsninger i import af foder og gødning. Derfor er der anvendt 2 mængder af

hver gødningstype i forsøget. Den største af de tildelte mængder er beregnet efter $N_{\min}$ -metoden, dvs. under hensyntagen til jordens indhold af uorganisk kvælstof ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) i 0-50 cm's dybde målt før vækstsæsonen. Forfrugten til forsøget var kløvergræs, som blev pløjet om i december 1989, og i april 1990 blev der målt et meget højt indhold af uorganisk kvælstof i jorden (ca. 100 kg pr. ha). Gødningernes næringsstofindhold er meget varierende, og da tildelingen er sket på baggrund af indholdet af total-N, er den tilførte mængde af de øvrige næringsstoffer blevet meget forskellig. Figur 2 viser de tilførte mængder af næringsstoffer i de forskellige gødningstyper. Det er bemærkelsesværdigt, at den komposterede husdyrgødning har et betydeligt højere indhold af vandopløseligt kvælstof end den friske husdyrgødning, og at der med den tørrede hønsegødning er tilført mere af både vandopløseligt kvælstof og citratopløseligt fosfor end med de øvrige gødnings-typer.



Figur 1. Næringsstoffortførsel ved produktion af mælk, korn og grønsager. Næringsstofindholdet er for mælk og korn fra Fodermiddeltabellen (Landsudvalget for Kvæg, 1988), mens det for gulerod og hvidkål er fra Levnedsmiddeltabeller (Møller, 1983). Der er regnet med gennemsnitsudbytter i DK. Efter Hagelskjær (1990).

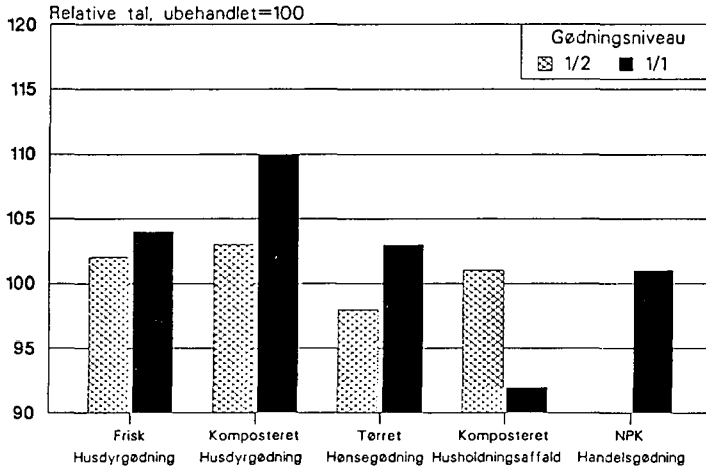
TILDELING AF ORGANISKE GØDNINGER



Figur 2. Tildeling af organiske gødninger i gødningsforsøg 1990. Kun den største af de tildelte gødningsmængder er med i figuren. Kg næringsstof pr. ha.

Totaludbyttet af både porrer og hvidkål var ret højt (80-90 t/ha). De relative udbytter fremgår af figur 3 og 4. I porrerne opnåedes det højeste udbytte ved anvendelse af den komposterede husdyrgødning, og det laveste ved anvendelse af komposteret have- og husholdningsaffald. Der var dog ikke signifikant forskel på udbytterne. Udbyttet ved anvendelse af komposteret have- og husholdningsaffald var lavere end i det ubehandlede led, og lavest ved den størst tildelte mængde. Det tyder på, at komposten har hæmmet væksten. I hvidkålen opnåedes det højeste udbytte ved anvendelse af handelsgødning, men også her har den komposterede husdyrgødning haft bedst virkning af de organiske gødninger. Den største mængde af det komposterede have- og husholdningsaffald gav det laveste udbytte af de gødede led, men det var dog lidt højere end det ubehandlede.

TOTALUDBYTTE, PORRER

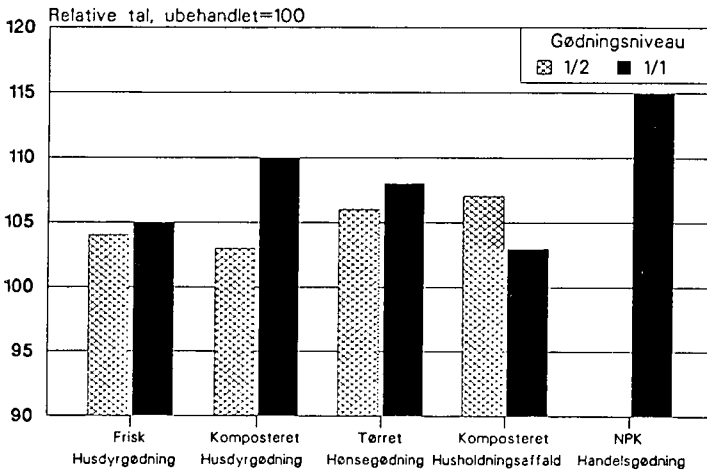


Figur 3. Totaludbytter af porrer i forsøg 1990. Relative tal, ubehandlet=100. Totaludbytte for ubehandlet=87 t/ha.

I porrerne er der målt næringsstofoptagelse 2 gange i løbet af vækstsæsonen (midt i juni og i begyndelsen af august), samt ved høst. Kvælstofoptagelsen ved høst var højst efter anvendelse af tørret hønssegødning, handelsgødning og komposteret husdyrgødning, og lavest i det ubehandlede led. Det tyder på en sammenhæng mellem vandopløseligt kvælstof i den organiske gødning og planternes N-optagelse, men det bør undersøges nærmere. Nitratindholdet i de salgbare porrer er meget afhængigt af den anvendte gødningstype. Anvendelse af komposteret have- og husholdningsaffald gav det laveste nitratindhold, mens tørret hønssegødning gav et ca. 3 gange så højt indhold af nitrat. Kaliumoptagelsen var signifikant størst ved anvendelse af komposteret husdyrgødning, hvilket stemmer godt overens med den tilførte mængde (figur 2).

Forsøget gentages i 1991, og gødningernes 2.års virkning måles ved, at der dyrkes gulerødder, hvor der var hvidkål i 1990.

TOTALUDBYTTE, HVIDKÅL



Figur 4. Totaludbytter af hvidkål i forsøg 1990. Relative tal, ubehandlet=100. Totaludbytte af ubehandlet=78 t/ha.

Konklusion

På økologiske ejendomme med grønsager er det vigtigt at tage hensyn til de store mængder næringsstoffer, som bortføres fra bedriften ved salget af grønsagerne. En vis import af næringsstoffer samt en god udnyttelse af de tilstedeværende ressourcer er således nødvendig for at opnå rimelig produktion, også på længere sigt. Første års forsøg med organiske gødninger har vist, at med en god forfrugt er det muligt at opnå et højt udbytte af god kvalitet i både porrer og hvidkål uden at tilføre ekstra gødning.

En omsætning (kompostering) af den anvendte husdyrgødning ser ud til at have positiv virkning, men det er usikkert, hvor lang tid komposteringen skal strække sig over. Den komposterede husdyrgødning, som har været anvendt i dette forsøg har kun været komposteret i ca. 1 måned. Anvendelse af tørret hønssegødning eller

hvis man ønsker en kvælstofeffekt, mens komposteret have- og husholdningsaffald først og fremmest kan tilføre jorden fosfor og kalium.

Litteratur

- Daverkosen, S., Hagelskjær, L. & Tersbøl, M. 1989. Næringsstofbalancer på 11 økologiske og biodynamiske gårde med malkekvæg. Hovedopgave ved Institut for Landbrugets Planteavl og Institut for Kulturteknik og Planteernæring, KVL. 136 pp.
- Hagelskjær, L. 1990. Næringsstofbalancer ved økologisk grønsagsdyrkning. I: Miljøvenlig produktion af frugt, bær og grønsager. Seminar nr. 174 - NJF-Utredning/Rapport nr. 66, 65-76.
- Landskontoret for Planteavl 1989. Gødskning efter N-min-metoden. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl, februar 1990. 9 pp.
- Landsudvalget for Kvæg 1988. Fodermiddeltabel.
- Møller, A. 1983. Levnedsmiddeltabeller. Statens Levnedsmiddelinstitut. 790 pp.

Næringsstofbalancer på økologiske kornmarker

Anne Lisbeth Nielsen, Afdeling for Grovfoder og Kartoffler

Indledning

Næringsstofbalancer har en speciel bevågenhed på økologiske bedrifter på grund af den begrænsede gødningsmængde, der her er til rådighed. Samtidig kan udbytterne variere meget, idet mulighederne for at beskytte afgrøden mod diverse skadevoldere ligeledes er begrænsede.

På tre økologiske bedrifter registreres for alle afgrøder størrelserne for gødskning, udbytter samt en række parametre af betydning for afgrødens vækst med det formål at opnå større viden om, hvorledes forholdene er i praksis. Disse resultater vil være en del af beslutningsgrundlaget ved prioritering af fremtidige forskningsopgaver inden for økologisk jordbrug. I det følgende vises de beregnede næringsstofbalancer for de i alt 26 kornmarker på disse tre bedrifter i 1988 og 1989.

De tre bedrifter er udvalgt således, at forskellige jordtyper er repræsenteret, men ingen af bedrifterne har samme JB nr. på samtlige marker. I tabel 1 er vist JB værdierne, som findes på hovedparten af den enkelte gårds marker. I samme tabel vises gødnings typer og sædskifter for bedrifterne. Sædskifterne er ikke faste, f.eks. vurderes en kløvergræsmark før det beslutes om den skal omlægges eller ej. Alle tre bedrifter indgår i projektet "Økologiske Jordbrugssystemer", Statens Husdyrbrugsforsøg, Helårsforsøgene (Kristensen, 1991).

Metoder

Registrering af gødningstildelingen foregik ved at tælle antal læs og veje nogle af disse, eller ved at sætte bakker op i marken og

måle udsprede mængder pr. arealenhed. En samleprøve blev benyttet til analyse.

Tabel 1. Jordtype, gødningstype og sædskifte.

<u>Gård nr.</u> ¹⁾	I	II	III
<u>JB. nr.</u> ²⁾	1-2	3-4	6
<u>Gødningstype</u>	Gylle/ dybstrøelse	Gylle/ dybstrøelse	Ajle/ fast gødning
<u>Sædskifte</u> ³⁾	Korn m. udl. 1. års kl.gr. 2. års kl.gr. 3. års kl.gr. Fulgt af <u>enten</u> : Korn + grøntsager Ært Kartoffel <u>eller</u> : Kartoffel + grøntsager Byg + ært	Korn m. udl. 1. års kl.gr. 2. års kl.gr. Korn	Havre m. udl. 1. års kl.gr./ lucerne 2. års kl.gr./ lucerne 3. års kl.gr./ lucerne Kartofler + grøntsager Vårbyg m. ital. rajgræs Roer Vårhvede m. ital. rajgræs
<u>Antal år pr. rotation</u>	6-7	3-5	8
Påbegyndt om- lægning til økologisk dyrkning	1984	1983	1985

1) Alle 3 bedrifter er beliggende indenfor en radius af 60 km fra Forsøgsanlæg Foulum. 2) I tabellen er angivet dominerende JB nr. for marker, der indgår i sædskiftet. På gård I var der også enkelte marker med JB 4, på gård II en enkelt mark med JB 1 og på gård III en enkelt mark med JB 4. 3) Sædskiftet var ikke fast. På gård III fulgtes den 8-årige sædskifteplan så nogenlunde, hvorimod der på gård I var en del variation i afgrødefølgen. På gård II varierede kornarter og alder på kløvergræsmarkerne.

Afgrødeprøver blev udtaget umiddelbart inden høst ved at klippe 15 prøver á 1 m² (i små marker 10 prøver). Prøverne blev afklippet

lige over jordoverfladen, og efter høst blev der taget tilsvarende stubprøver, idet stubhøjden ikke var kendt på forhånd. Prøverne blev tærsket på forsøgsmejetærsker, hvorefter kernefraktionen ved rensning blev delt i en rensset kernefraktion og frarens bestående af ukrudtsfrø m.m. Der blev benyttet en samleprøve af de enkelte afgrødefraktioner til analyse.

Ud over registrering af gødskning og udbytte blev følgende faktorer registreret:

Jord: JB, Rt, Pt, Kt, N-tot, C:N, Mgt, Mnt, Humus.

Afgrøde: Plantetal.

Ukrudt: Procent af total plantevækst på ts-basis registreret omkring 1. juli.

Skadevoldere: Goldfodsyge og knækkefodsyge i vårhvede og vinterrug (H. Schulz, Planteværnscentret).

Andre sygdomme og skadedyr i et vist omfang.

Klima: Nedbør på bedrifterne i vækstsæsonen.

Vandbalance beregnet ved hjælp af programmet EVACROP (Olesen og Heidmann, 1990), benyttet til beregning af udtørningsprocenten i afgrødens mest følsomme periode.

Gødningsmængde og udbytte

Kornarterne på de 26 marker fordelte sig med 12 vårhvede-, 6 havre-, 6 vinterrug- og 2 vårbygmarker. Gødningsmængder og udbytter for 1988 og 1989 er vist i henholdsvis tabel 2 og tabel 3. Forskellige gødningstyper blev benyttet, undertiden i kombination, men gylle var den mest anvendte type. Gødningsprøvernes indhold af $\text{NH}_4\text{-N}$ blev analyseret og ammoniaktabet til omgivelserne blev vurderet ud fra kendskab til gødning, udbringningsforhold og sammenligning til kontrollerede undersøgelser af ammoniakfordampningens størrelse (Sommer og Christensen, 1990).

Tabel 2. Gødningsmængde, gødningstype og udbytte for kornmarker 1988.

Korn art	Gård nr.	Mar- kens JB- nr.	Forfrugt	Gødning				Udbytte ¹⁾ (hkg/ha)	
				t/ha	type	kg NH ₄ N/ha i gød- ning	efter for- damp.		
Vårhvede	I	4	Kartofler	18	Kvæggylle	38	34	42	a
				18	Svinegylle				
	III	6	Bederoer	33	Fast gødn., kvæg	20	14	40	a
	II	3	1. års. kl.gr.	15	Kvæggylle	14	8	38	a b
	II	4	Rug	15	Kvæggylle	14	9	33	c b
	I	1	Hestebønne	27	Kvæggylle	22	11	27	c d
	I	1	Kartofler	30	Kvæggylle	24	22	26	c d
	II	4	Rug	15	Kvæggylle	14	9	20	d
							Gennemsnit=32	LSD=6,8	
Vinterrug	II	3	1.+2. års kl.gr.	20	Kvæggylle	18	9	40	a
	II	1	Vedv. græs	20	Kvæggylle	18	9	32	a b
	II	3	Byg/ært	23	Kvæggylle	38	19	30	a b
				20	Kvæggylle				
	I	2	Ærter	14	Kvæggylle ²⁾	53	26	28	b
				18	Svinegylle				
							Gennemsnit=33	LSD=10,0	
Havre	III	6	Byg/ært/rajgr.	17	Møddingsvand	12	11	52	
Vårbyg	III	6	Kål+kålroer	6	Fast gødning ³⁾	4	2	54	
				31	Kålblade ⁴⁾				

- 1) Renset kerneudbytte korrigeret til 85% tørstof. Middelverdier med samme bogstav er ikke signifikant forskellige. 2) Kvæggylle fra biogas anlæg. 3) Fast gødning kun til delareal. 4) Kålblade fra foregående år nedpløjet.

Tabel 3. Gødningsmængde, gødningstype og udbytte for kornmarker 1989.

Korn art	Gård nr.	Mar- kens JB- nr.	Forfrugt	Gødning			Udbytte ¹⁾ (hkg/ha)		
				t/ha	type	kg NH ₄ N/ha i gød- efter ning for- damp.			
Vårhvede	II	3	2. år. kl.gr.	30	Kvæggylle	30	19	50	a
	III	6	Bederoer	15	Fast møg	36	27	36	b
				19	Kompost				
				16	Møddingsvand				
	I	4	Vårhv.+porrer	7	Dybstrøelse ²⁾	128	64	36	b
				31	Svinegylle				
	I	2	4. års kl.gr.	19	Svinegylle	72	36	32	b c
	I	2	Rug	24	Kvæggylle ⁴⁾	106	97 ³⁾	28	c
				15	Svinegylle				
								Gennemsnit=36	LSD=5,9
Havre	II	1	Rug	10	Dybstrøelse	26	17	46	a
	III	6	Byg/rajgræs	31	Møddingsvand	21	20	41	a b
				16	Møddingsvand				
	II	3	Rug	10	Dybstrøelse	26	18	38	b
	II	3	Rug	28	Kompost	3	2	30	c
	II	4	Vårhv. m. udl.	0		0	0	22	d
								Gennemsnit=35	LSD=7,3
Vinterrug	I	1	Kartofl.+vårhv.	51	Kvæggylle	67	33	32	a
	I	4	Kartofler	45	Kvæggylle	58	29	32	a
								Gennemsnit=32	LSD=5,5
Vårbyg	III	6	Kål+kålroer	28	Ajle	59	51	50	
				42	Kompost				

1) Renset kerneudbytte korrigeret til 85 pvt. tørstof. Middelværdier med samme bogstav er ikke signifikant forskellige. 2) Dybstrøelse kun til delareal. 3) Denne mark var meget ud-
tørret i en længere periode. 4) Kvæggylle fra biogasanlæg.

Udbytterne varierede meget, i gennemsnit for de to år var udbyttet pr. ha 34 hkg for vårhvede, 38 hkg for havre, 32 hkg for rug og 52 hkg for vårbyg. Vårhvede og havre blev dyrket på JB 1-6, rug blev dyrket på JB 1-4 og begge marker med vårbyg på JB 6.

Næringsstofbalance

Næringsstofbalancerne er beregnet som N, P og K tilført i gødning og såsæd minus N, P og K i kerne og halm. Resultaterne for de to år er vist i tabel 4 og 5. For at kunne sammenligne de forskellige marker er der her forudsat, at såvel kerne som halm fjernes fra marken, selv om der har været enkelte undtagelser (f.eks. halmnedmuldning). Beregningerne omfatter ikke en eventuel N-fiksering i udlæg.

Tilførsel er en sum af NPK i henholdsvis gødning og såsæd, med mængderne i gødning som de betydende størrelser, idet såsæden kun indeholdt 1-4 kg N og mindre end 1 kg af både P og K.

De tilførte mængder af N, P og K varierede meget afhængig af gødningstype og gødningsmængde. På den enkelte bedrift var den valgte tildelingsstrategi afhængig af sædskiftet. På gård I blev kornmarkerne hovedsagelig gødet med gylle, idet den faste gødning fortrinsvis blev tilført grønsager og kartofler. Tilsvarende på gård III blev kun en mindre del af den faste gødning benyttet til kornmarkerne, idet bederoer, kartofler og grønsager tildeltes hovedparten. På gård II blev kornmarkerne gødet med såvel fast gødning som gylle, idet der her kun var korn og kløvergræs i sædskiftet.

I fast gødning er koncentrationen af $\text{NH}_4\text{-N}$ i forhold til det totale N-indhold lavere end i gylle, ajle og møddingsvand. Da ammoniakkvælstoffet er betydende for 1. års virkning af husdyrgødningen, kunne det forventes at N-balancen ville være højere i marker tilført fast gødning i forhold til flydende gødning. Sammenlignes gen-

Tabel 4. Balance for total N, P og K, kornmarker 1988.
Tilført = såsæd + gødning. Fraført = kerne + halm.
Balance = Tilført - fraført

Korn art	Gård nr.	Mar- kens JB- nr.	N			P			K		
			til- ført	fra- ført	bal.	til- ført	fra- ført	bal.	til- ført	fra- ført	bal.
Vårhvede	I	4	96	90	6	10	16	-6	77	56	21
	III	6	188	85	103	50	15	35	166	45	121
	II	3	43	99	-56	10	15	-5	42	31	11
	II	4	43	131	-88	10	14	-4	42	46	-4
	I	1	72	68	4	9	10	-1	74	25	49
	I	1	79	71	8	10	10	0	82	29	53
	II	4	43	79	-36	10	11	-1	42	63	-21
	Gennemsnit		81	89	-8	15	13	2	75	42	33
Vinterrug	II	3	54	84	-30	12	15	-3	55	59	-4
	II	1	54	65	-11	12	14	-2	55	41	14
	II	3	113	73	40	26	15	11	116	72	44
	I	2	109	74	35	15	13	2	83	59	24
	Gennemsnit		83	74	9	16	14	2	77	58	19
Havre	III	6	22	96	-74	3	21	-18	55	68	-13
Vårbyg	III	6	111	97	14	22	21	1	116	65	51
Gennemsnit 1988			79	85	-6	15	14	1	77	51	26

Tabel 5. Balance for total N, P og K, kornmarker 1989.
Tilført = såsæd + gødning. Fraført = kerne + halm.
Balance = tilført - fraført.

Korn art	Gård nr.	Mar- kens JB- nr.	N			P			K		
			til- ført	fra- ført	bal.	til- ført	fra- ført	bal.	til- ført	fra- ført	bal.
Vårhvede	II	3	83	116	-33	18	21	-3	86	96	-10
	III	6	203	96	107	53	17	36	144	58	86
	I	4	181	94	87	24	12	12	127	42	85
	I	2	86	87	-1	11	11	0	53	29	24
	I	2	165	74	91	55	10	45	118	37	81
	Gennemsnit		144	94	50	32	14	18	105	52	53
Havre	II	1	117	91	26	22	25	-3	89	101	-12
	III	6	36	60	-24	3	19	-16	82	72	10
	II	3	117	70	47	22	21	1	88	118	-30
	II	3	204	88	116	69	19	50	133	109	24
	II	4	2	64	-62	1	13	-12	0	100	-100
	Gennemsnit		95	75	20	23	19	4	78	100	-22
Vinterrug	I	1	146	45	101	19	10	9	165	43	122
	I	4	127	43	84	17	13	4	144	44	100
	Gennemsnit		137	44	93	18	12	6	155	44	111
Vårbyg	III	6	243	89	154	59	19	40	205	83	122
Gennemsnit 1989			131	78	53	29	16	13	110	72	38

nemsnit for de 15 marker, der kun har fået gylle med gennemsnit for de 5 marker, der kun har fået fast gødning, dybstrøelse eller kompost, gælder dette forhold. Markerne tilført de faste gødningstyper har dog overvejende været på bedre jord end marker tilført gylle, så der kan ikke drages endelige konklusioner om dette forhold.

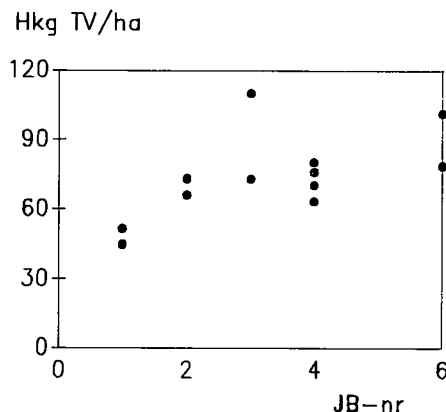
Bortførsel er summen af NPK i kerne og halm. På tørstofbasis var kerne- og halmfraktionen i gennemsnit lige store, men forholdet varierede meget fra mark til mark. Der var desuden betydelige forskelle i koncentrationen af NPK i de to fraktioner. Der bortførtes således 2-3 gange så meget N og P i kernefraktionen sammenlignet med halmfraktionen og modsat cirka 3 gange så meget K i halmfraktionen i forhold til kernefraktionen.

De bortførte mængder af N, P og K i hele afgrøden var afhængige af udbyttets størrelse. Mange faktorer kan influere på udbyttet, og det er af interesse at få klarlagt hvilke faktorer, der generelt betyder mest ved økologisk dyrkning, og hvorledes samspillet er mellem disse.

Som beskrevet blev der registreret en lang række parametre på disse 26 kornmarker. Ved udvælgelse af de 12 vårhvede marker opnås et mere homogent materiale, og ved sammenligning på den totale biomasse undgås forskelle knyttet til variationer i stubmængden fra mark til mark. Ved en regression for den totale biomasse i forhold til de forskellige variable fremkom JB som en væsentlig faktor til forklaring af udbyttet. Forholdet mellem JB nr. og den totale biomasse er vist i figur 1.

Af de øvrige variable for disse vårhvedemarkers er vist ukrudtsprocent, goldfodsyge, knækkefodsyge og udtørningsgrad i Tabel 6. Som det fremgår af tabellen var ukrudtsniveauet højere i 1988 end i 1989. Årsagen er sandsynligvis, at efteråret 1987 var meget fugtigt og vanskeliggjorde ukrudtsharvning. Også udbredelsen af goldfodsyge var betydelig i 1988. De forskellige faktorer var imidlertid flettet sammen på forskellig vis, og der kan på nuværende tidspunkt

ikke drages generelle konklusioner. Der indsamles data til og med 1991, hvorefter der vil være et bedre grundlag for at vurdere hvilke variable der har størst betydning for udbyttet.



Figur 1. Forholdet mellem JB nr. og den totale biomasse, vårhvedemarker 1988 og 1989.

Tabel 6. Vårhvedemarker 1988 og 1989 - sorter, ukrudt, goldfodsyge, knækkefodsyge og udtørningsgrad.

Kornsort	Gård nr.	Markens JB nr.	Ukrudt pct. ¹⁾	Goldfs pct. ²⁾	Knfs ³⁾ pct.	Udtørring pct. ⁴⁾
<u>1988</u>						
Cornette	I	4	10	17	13	27
Cornette	III	6	24	3	0	39
Cornette	II	3	13	11	2	20
Cornette	II	4	16	5	2	24
Cornette	I	1	12	11	1	47
Cornette	I	1	8	55	2	13
Cornette	II	4	34	47	2	17
<u>1989</u>						
Vitus	II	3	5	4	3	41
Cornette	III	6	6	11	8	38
Cornette	I	4	3	3	6	40
Cornette	I	3	3	3	6	60
Cornette	I	2	9	7	5	62

1) Procent ukrudt af totale biomasse på tørvægtbasis, registreret omkring 1. juli. 2) Procent goldfodsyge. 3) Procent knækkefodsyge. 4) Gennemsnitlige udtørnings procent i perioden 1. juni til 15. juli.

Der var store variationer i NPK-balancerne fra mark til mark (tabel 4 og 5), men som gennemsnit for de to år var balancerne positive for såvel N, P som K (Tabel 7).

Tabel 7. De gennemsnitlige balancer for N, P og K i kornmarker 1988 og 1989.

	Minimum	Maksimum	Gns.
N-balance	-88	154	24
P-balance	-18	50	7
K-balance	-100	122	32

Næringsstofbalancer for kornmarker i praksis kan sammenlignes til næringsstofbalancerne målt på grovfodersædskiftet ved systemforskningen på Foulum (Mikkelsen, 1991). Der indgår her byg med udlæg og havre. Beregninger for NPK i 1989 var i gennemsnit for disse to marker positive, 113 N, 30 P og 100 K, altså noget højere end gennemsnittet for de 26 kornmarker i praksis. Også på systemarealerne fortsætter registreringerne, og der vil blive bedre sammenligningsgrundlag når flere data er indsamlet.

Referencer

- Kristensen, E.S. 1991. Resultater fra økologiske gårdstudier. Statens Planteavlsforsøgs Specialserie, beretning nr. S2111, 10-20.
- Mikkelsen, G. 1991. Økologisk jordbrug i systemforskningen. Statens Planteavlsforsøgs Specialserie, beretning nr. S2111, 88-95.
- Olesen, J.E. og Heidmann, T. 1990. EVACROP - et program til beretning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Afdeling for Jordbrugsmeteorologi. Statens Planteavlsforsøg 1990.
- Sommer, S.G. og Christensen, B.T. 1990. Ammoniakfordampning fra fast husdyrgødning samt ubehandlet, afgasset og filtreret gylle efter overfladeudbringning, nedfældning, nedharvning og vanding. Tidsskr. Planteavl 94, 407-417.

Økologisk jordbrug i systemforskningen

Gunnar Mikkelsen, Afdeling for Grovfoder og Kartoffler

Introduktion

Forskning i økologisk jordbrug er en relativ ny diciplin indenfor landbrugsforskningen. Erfaringer og viden fra forskning i "naturlige" økosystemer kan anvendes som basis for de forskningsprojekter, der igangsættes indenfor landbrugsforskningen.

Indenfor økologisk jordbrug tilstræbes en høj grad af recirkulering af næringsstoffer og energi. Det "ideelle" økologiske landbrug opnås derfor først, når affaldsproduktionen fra det omgivende samfund tilbageføres til landbruget.

Flere forskningsprojekter beskæftiger sig med næringsstofbalancer indenfor økologisk jordbrug (alternativt jordbrug). Gransted (1990) konkluderer at N-forsyningen på økologisk kvægbrugsejendomme er let at opretholde. Indenfor Statens Planteavlsforsøg er der bl.a. registreret næringsstofbalancer for N, P og K på økologiske kornmarker. Resultaterne viser en stor variation fra mark til mark, f.eks. for N fra -74 kg/ha til +103 kg/ha (Nielsen, 1990). Helårsforsøgene under Statens Husdyrbrugsforsøg undersøger og beskriver eksisterende økologiske bedrifter, og konkluderer bl.a., at der på brugene tilsyndeladende hersker stor usikkerhed omkring korrekt håndtering og anvendelse af husdyrgødning, samt at udbytterne er for lave på baggrund af den mængde gødning, der er til rådighed (Østergaard et al., 1990).

Indenfor Statens Planteavlsforsøg, Landbrugscentret blev der i 1986 reserveret tre arealer til "forskning i dyrkningssystemer". På Forsøgsanlæg Foulum (JB4) er bl.a. etableret et økologisk grovfodersædskifte i 1987, på Ødum Forsøgsstation (JB6) er etableret et økologisk salgsafgrødesædskifte i 1989 og på Jyndevad For-

søgsstation (JBl) er etableret et økologisk friareal i 1989, hvor forskelligartede forskningsprojekter kan igangsættes med jord, der er behandlet økologisk (Mikkelsen, 1990).

Økologisk sædskifter, systemforskning

Før igangsætningen af systemforskning, blev de tre reservede arealer startkarakteriseret (Heidmann, 1989a, 1989b, 1989c), for klarlægning af arealernes homogenitet m.h.t. en række fysiske, kemiske og biologiske forhold. Karakteriseringen er gennemført på en sådan måde, at de eventuelle trends i de undersøgte parametre kan følges med tiden. Karakteriseringen giver et enestående sammen-
drag af, hvor homogen/inhomogen "normale" danske (forsøgs)marker er, samt en mere grundlæggende viden om jordbundsforhold i vore forsøgsarealer.

Grovfodersædskiftet på Foulum er følgende:

- byg m. udlæg af kløvergræs
- 1. års kløvergræs
- 2. års kløvergræs
- byg/ært/rajgræs
- havre
- roer.

Salgsafgrødesædskiftet på Ødum er følgende:

- byg m. udlæg af kløvergræs
- kløvergræs (grøngødning)
- hvidkål
- ærter
- vinterhvede
- rødbeder.

Markerne er delt i en forsøgsdel og en referencedel. I forsøgsdelene udvikles systemerne, og erfaringerne herfra overføres som normalbehandling. I referencedelen udføres markens normalbehandling, som er inden for gødningsmængde, ukrudtsbekæmpelse, høststrategi osv., ligeledes foregår langtidsstudier af de eventuelle trends, der er i de målte parametre. Referencedelen er fri for forsøg. Effekter af sædskiftets normalbehandling registreres her.

Resultater

Resultaterne kan deles i praktiske erfaringer med håndtering af sædskifterne og i dyrkningsresultater.

Praktiske erfaringer, økologisk grovfoderproduktion

Det økologiske grovfodersædskifte er "økologisk set" let at håndtere. Det har naturligt en stor andel med bælgeplanter i form af kløvergræsmarker og marker med ærter i blanding med byg og rajgræs. Der er en stor dækning med vintergrønne afgrøder (83 pct. grønne marker), og dermed et stort potentiale for opsamling af mineraliserede næringsstoffer. Den store andel med kløvergræs betyder ligeledes, at de relativt små mængder gødning, der er til rådighed kan fordeles på de andre afgrøder i sædskiftet.

Den direkte ukrudtsbekæmpelse foretages ved radrensning og hakning af roerne. Her provokeres mange ukrudtsfrø til spiring ved de gentagne radrensninger og hakninger. I havren ukrudtsharves med en let ukrudtsharve. Tidspunktet for behandlingen i relation til klima og udviklingen af ukrudtet er vigtig for et godt bekæmpelsesresultat. Redskabet er i den sammenhæng underordnet (Rasmussen, 1990). Efter høst af havren er der mulighed for intensiv jordbearbejdning for at undgå en evt. opformering af kvik i sædskiftet. Den indirekte bekæmpelse af ukrudt i sædskiftet foregår dels ved hyppige slæt i græsmarkerne og ved høst af helsæden, inden ukrudtsarterne har smidt frøene.

Inden for økologisk jordbrug forudsættes en optimal udnyttelse af næringsstofferne i husdyrgødningen. Her kræves nøjagtigt spredeudstyr og dosering af de relativt små mængder gødning, der er til rådighed. Tildelingstidspunkterne er ligeledes afgørende for udnyttelsen af næringsstofferne.

Dyrkningsresultater, økologisk grovfoderproduktion

Sædskiftet blev etableret i 1987, og er først i 1989 komplet med første og andet års græsmarker. Udbytterne, der er målt i referencerealene, har for alle årene ligget på et normalt niveau for jordtype og klimaområde.

Tabel 1. Udbytter og tildeling af $\text{NH}_4\text{-N}$ fra gylle i økologisk grovfodersædskifte ved Foulum, 1987-1989.

	1987		1988		1989	
	Ud- bytte kg/ha	Tilført $\text{NH}_4\text{-N}$ kg/ha	Ud- bytte kg/ha	Tilført $\text{NH}_4\text{-N}$ kg/ha	Ud- bytte kg/ha	Tilført $\text{NH}_4\text{-N}$ kg/ha
Byg/kløvergræs (helsød)	68	45	76	67	-	-
Roer, top	43	-	27	-	39	-
Roer, rod	70	88	73	101	121	172
Havre (modenhed)	45	45	53	61	42	100
Byg/ært/rajgræs (helsød)	79	45	64	63	71	74
Byg (modenhed)	46	45	-	-	50	106
Kløvergræs 1. år	-	-	93	0	78	54
Kløvergræs 2. år	-	-	-	-	80	106

Byg og havre til modenhed er opgjort med 15 pct. vandindhold i kernen. Helsød og græs er tørstofudbytter. Forudsætningen for et højt og stabilt udbytte er en optimal gødningshåndtering. Gødningen skal forårsudbringes og fordeles med samme nøjagtighed som kunstgødning.

Ud fra tabellen ses, at gødningsniveauet har været stigende, specielt i 1989. Niveauet i 1989 svarer til ca. 1,3 dyreenhed pr. ha. Både første og andet års kløvergræs har fået tildelt gylle. Gyllen er tildelt dels for at simulere, hvad der tilbageføres til marken med græssende kreaturer og dels for at øge produktionen af græsset i kløvergræsmarken.

1989 var første år med et komplet sædskifte. I tabel 2 er opgjort tilførte næringsstoffer med gødningen og fraførte næringsstoffer

i halm og afgrøde. $\text{NH}_4\text{-N}$ balancen er forskellen mellem tilført $\text{NH}_4\text{-N}$ i gylle og fraført kvælstof i halm og afgrøde.

Tabel 2. Tilført og fraført kvælstof i kg pr. ha i 1989. Totalen er opgjort for de seks marker i det økologiske grovfodersædskefte på Foulum.

	Tilført T-N $\text{NH}_4\text{-N}$ kg/ha		Fraført N kg/ha	Balance* T-N $\text{NH}_4\text{-N}$ kg/ha	
Kløvergræs 2. år					
1. slæt	76	35	91		
2. slæt	76	38	60		
3. slæt	76	33	32		
i alt	228	106	183	+45	-77
Kløvergræs 1. år					
1. slæt	55	26	104		
2. slæt	59	28	64		
3. slæt	0	0	25		
i alt	114	54	193	-79	-139
Byg m. udlæg af kløvergræs					
halm			24		
afgrøde	200	106	61		
i alt	200	106	85	+115	+21
Roer					
rod	333	172	123		
top			94		
i alt	333	172	217	+116	-45
Havre					
halm			22		
afgrøde	200	100	69		
i alt	200	100	90	+110	+10
Byg/ært/rajræs					
helsæd	148	74	108		
i alt	148	74	108	+40	-34
Total	1216	612	876	+340	-264
Total pr. ha	203	102	146	+57	-44

* Balance $\text{NH}_4\text{-N}$ er forskellen mellem tilført $\text{NH}_4\text{-N}$ og fraført N.

Ud fra tabel 2 ses, at $\text{NH}_4\text{-N}$ i gyllen udnyttes optimalt. Afgrøder med bælplanter i blanding har en negativ balance på grund af den fikserede kvælstof. Det ses, at roerne er meget effektive til at udnytte kvælstoffet i gyllen. Det skyldes bl.a. deres lange vækstsæson, hvor efterårsmineraliseringen opfanges til produktion. Det ses tillige, at roetoppen indeholder store mængder kvælstof. Det er derfor vigtigt ved håndteringen af roetoppen, at bevare næringssstofferne. Ved saftafløb kan tabes store mængder protein og dermed kvælstof. Afgrøder med kort vækstsæson, her byg og havre, udnytter husdyrgødningen dårligere end roerne. Ud fra tabel 3 ses, at der blev overgødet med K i de fleste afgrøder. Med de tilførte mængder K bør K-forsyningen heller ikke på længere sigt blive et problem. Der overgødes tillige med P. Det bør overvejes i den fremtidige gødningsplanlægning at nedsætte gødningsmængderne, så i hvert fald P balancerer bedre.

Tabel 3. Tilført og fraført fosfor og kalium i kg pr. ha i 1989. Totalen er opgjort for de seks marker i det økologiske grovfodersædskifte på Foulum.

	Tilført		Fraført		Balance	
	P	K	P	K	P	K
	kg/ha		kg/ha		kg/ha	
Kløvergræs 2. år						
1. slæt	19	64	13	76		
2. slæt	19	70	7	45		
3. slæt	17	64	5	25		
i alt	55	198	25	145	+30	+53
Kløvergræs 1. år						
1. slæt	11	52	14	102		
2. slæt	13	55	7	55		
3. slæt	0	0	3	18		
i alt	24	107	24	175	0	-68
Byg m. udlæg af kløvergræs						
halm			1	37		
afgrøde	48	171	12	19		
i alt	48	171	13	56	+35	+115
Roer						
rod	57	303	19	129		
top			10	138		
i alt	57	303	29	267	+28	+36
Havre						
halm			6	73		
afgrøde	45	176	14	19		
i alt	45	176	20	92	+25	+84
Byg/ært/rajgræs						
helsæd	31	131	18	79		
	31	131	18	79	+13	+52
Total	260	1085	128	785	+131	+272
Total pr. ha	43	181	21	131	+44	+45

Konklusion

Udbytterne inden for økologisk grovfoderproduktion kan holdes på et normalt niveau forudsat, at gødningen håndteres og udnyttes

optimalt. Med gødning fra ca. 1,3 dyreenhed pr. ha er planternes næringsstofbehov dækket. Med en lille udvaskning af K vil K også på længere sigt være tilstrækkelig til optimal produktion. Ved et gødningsniveau på 1,3 dyreenhed pr. ha vil der ske en ophobning af P i jorden. Med en stor andel af bælplanter i sædskiftet og en god udnyttelse af gyllens N vil planternes N-forsyning kunne opretholdes.

Ved et bevidst valg af sædskifte, hvor der er mulighed for direkte bekæmpelse af ukrudt i afgrøden og indirekte bekæmpelse ved høststrategier, kan ukrudtet kontrolleres. Ved valg af sædskifte bør der tages hensyn til opsamling af mineraliserede næringsstoffer, så tabet ud af systemet mindskes.

Referencer

- Gransted, A. 1990. Tallstudier av kväveförsörjning i alternativ odling. Alternativ odling no. 4. Sveriges Lantbruksuniversitet. 271 pp.
- Heidmann, T. 1989a. Startkarakterisering af arealer til systemforskning II. Resultater fra arealet ved Foulum. Statens Planteavlsvforsøgs specialserie, Beretning nr. S-2007, 180 pp.
- Heidmann, T. 1989b. Startkarakterisering af arealer til systemforskning III. Resultater fra arealet ved Ødum. Statens Planteavlsvforsøgs specialserie, Beretning nr. S-2020, 173 pp.
- Heidmann, T. 1989c. Startkarakterisering af arealer til systemforskning IV. Resultater fra arealet ved Jyndevad. Statens Planteavlsvforsøgs specialserie, Beretning nr. S-2021, 163 pp.
- Mikkelsen, G. 1990. Research in ecological cropping systems in Denmark. Alternativ odling no. 5. Sveriges Lantbruksuniversitet, 104-109.
- Nielsen, A. L. 1990. Nutrient balances at field level on ecological farms. Alternativ odling no. 5. Sveriges Lantbruksuniversitet, 136-140.
- Rasmussen, J. 1990. Selectivity - an important parameter on establishing the optimum harrowing technique for weed control in growing cereal. Proc. EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals. 197-204.
- Østergaard, V. 1990. Studier i kvægproduktionssystemer. Statens Husdyrbrugsvforsøg, beretning nr. 681, 73-81.

Forskning ved Landbohøjskolen og andre universiteter

Lene Sigsgaard, Institut for Jordbrugsvidenskab, KVL

Officielt anerkendes økologisk jordbrug som en væsentlig del af landbrugets produktion og samtidig som en inspirationskilde for det øvrige jordbrug. Men den hidtidige udvikling af den økologiske teknologi og tankegang bygger på et meget spinkelt grundlag, nemlig først og fremmest pionerindsatsen blandt praktiserende jordbrugere.

Der har dog været en betydelig udvikling indenfor forskning i økologisk jordbrug de seneste år. For de som beskæftiger sig med eller interesserer sig for området kan det være vanskeligt at skaffe sig et overblik, selvom det samlede antal årsværk kun er på ca. 18 (Sigsgaard & Kølster, 1990). Det skyldes for det første, at den gruppe af personer, der beskæftiger sig med området er langt større end antallet af årsværk, da en stor del ikke arbejder fuldtids med økologisk jordbrug. Herudover findes forskerne spredt ud over en række institutioner og der findes ingen koordinerende enhed for den samlede forskning. Det gælder også universitetsområdet, som denne artikel omhandler, og hvor ca. 1/3 af årsværkene findes.

Artiklen tager primært sit udgangspunkt i rapporten "Forskning i økologisk jordbrug 1990" (Sigsgaard & Kølster, 1990) som er udarbejdet som led i forskningsprojektet "Videnskabelig dokumentation indenfor økologisk jordbrug". Projektet udføres på Landbohøjskolen i forbindelse med fagområdet Økologisk Jordbrug og nyder financieret støtte fra Jordbrugsdirektoratet/Det Økologiske Jordbrugsråd. I forbindelse med projektet udarbejdes blandt andet også en litteraturliteatase og litteraturoversigter over økologisk jordbrug ligesom der arrangeres seminarer og møder om aktuelle emner. Formålet med projektet er at fremme den videnskabelige dokumentation, at udvikle den faglige identitet og paradigmet for økologisk jordbrugs-

forskning og at identificere centrale spørgsmål indenfor forskningen.

Landbohøjskolen

Hovedparten af universitetsforskningen i økologisk jordbrug ligger på Landbohøjskolen.

I 1987 etablerede Landbohøjskolen både forskning og undervisning i økologisk jordbrug. Indenfor Institut for Jordbrugsvidenskab er der p.t. ansat en adjunkt i fagområdet Økologisk Jordbrug med speciale i planteproduktion. Denne stilling bliver fra maj ændret til et lektorat. Herudover er der på samme institut fra august 1991 oprettet en 4 års stilling i økologi og planteernæring. Der er sandsynlighed for, at der vil blive oprettet yderligere stillinger i det kommende år indenfor andre institutter; således ligger der pt. en ansøgning fra Institut for Husdyrbrug og Husdyrsundhed om en adjunktstilling i økologisk husdyrhold. Der er ligeledes tiltag til at oprette kandidatstipendier indenfor økologisk jordbrug. Endelig er der planer om, at opprioritere området på undervisningsiden.

Som det vil fremgå af nedenstående er der aktiviteter udover adjunktstillingen i form af forskellige forskningsprojekter, som er financerede af eksterne midler.

Konsistorium på KVL har vedtaget at iværksætte opbygningen af et center for forskning i økologisk jordbrug i et samarbejde på tværs af institutterne, med initiativ fra faget Økologisk Jordbrug. Dette initiativ vil i høj grad kunne bedre koordineringen af den økologisk jordbrugsforskning internt på KVL, og herigennem også fremme koordineringen med eksterne forskningsprojekter.

Forskningsprojekter i økologisk jordbrug

På KVL forskes der specifikt i økologisk jordbrug indenfor følgende områder:

På **Institut for Jordbrugsvidenskab** gennemføres studier af økologiske sædskifter og dyrkningssystemer i markforsøg på Højbakkegård (Per Kølster)¹. Et projekt til undersøgelse af ukrudtets allelopatiske virkning i marken (Bodil Søgaard) er også tilknyttet instituttet ligesom dokumentationsprojektet (Lene Sigsgaard) også ligger herunder. På **Institut for Veterinær Mikrobiologi og Hygiejne** gennemføres en undersøgelse af parasitter hos svin i økologiske produktionssystemer, hvor grisene går frit (Allan Roepstorff). På **Institut for Økologi og molekylærbiologi, Zoologisk afdeling** gennemføres et projekt der undersøger kløverdæksæds betydning for skadedyrsangrebet i kål (Vibeke Langer).

Andre relevante forskningsprojekter

En række forskningsaktiviteter udover de her nævnte handler ikke direkte om økologisk jordbrug, men er meget relevante for området fordi de arbejder med biologiske eller tekniske løsninger frem for kemiske (sprøjtemidler og kunstgødning). Her skal særlig nævnes den store viden der er opbygget på **Institut for Økologi og molekylærbiologi, Zoologisk afdeling** indenfor biologisk skadedyrsbekæmpelse. Her arbejdes med mikrobiologisk bekæmpelse, varslingsmetodik og modeller og senest også planteekstrakter til insektbekæmpelse. Også arbejdet som gennemføres på **Institut for Veterinær Mikrobiologi** til biologisk bekæmpelse af tarmparasitter med rosvampe er relevant. Men der kan nævnes mange andre områder. Således har Jordbrugsteknisk afdeling et samarbejde med Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Statens Planteavlfsforsøg omkring mekanisk bekæmpelse, og en del af den forskning der foregår omkring husdyradfærd f.eks det seneste projekt om frie grise har stor relevans for økologisk jordbrug, der

¹Parentes angiver kontaktperson på det pågældende projekt.

netop vægter husdyretik meget tungt. Også forskningen omkring kompostering på **Institut for Jordbrugsvidenskab** kan nævnes som et særligt relevant område.

De øvrige universiteter

En række forskningsaktiviteter gennemføres på de øvrige universiteter.

Spørgsmål angående markedet for økologiske produkter og forbrugeradfærd undersøges på **Roskilde Universitetscenter** (Flemming Bjerke), mens de økologiske produkters vej fra jord til bord er emnet for et forskningsprojekt på **DTH** (Michael Søgaard Jørgensen). På **Syddjysk universitetscenter** gennemføres en evaluering af de økologiske aspekter af bioteknologien i relation til økologisk jordbrug (Pauli Kiel). Studier af regnorme som bioindikatorer for jordbundsfrugtbarhed udføres på **Århus Universitet** (Ole Christensen). På **Ålborg universitetscenter** gennemføres et forskningsprojekt til vurdering af værditeorier i forhold til naturforvaltningen (Jens Christensen). Endelig er der på **Odense Universitetscenter** netop startet et forskningsprojekt med navnet "Økologi, Ideologi og Sprog" (Jørgen Bang). Projektet sigter på oprettelsen af et tværfagligt netværk mellem alle der - i en bred forstand - forsker indenfor området økologi. Altså også den økologiske jordbrugsforskning.

På de pågældende universiteter vil der som på KVL være en række områder, som ikke direkte handler om økologisk jordbrug, men har relevans for området, i den sammenhæng kan også nævnes bl.a. Forskningscenter Risø's arbejde med kvælstoffixering og Danmarks Farmaceutiske Højskole, hvor der forskes i naturlige planteforsvarstoffer (Per Mølgaard). Og naturligvis mange flere!²

²Tilgrænsende forskning, der ikke er videre behandlet i denne artikel kan for en dels vedkommende findes i følgende to oversigter:
A) En oversigt over "grøn forskning" -forskning i miljøspørgsmål fra

Det kan ikke udelukkes at der udover de ovennævnte projekter er flere, som ikke er kommet med i denne gennemgang. Dels fordi noget kan være overset, dels fordi der stadig går nye projekter igang.

Diskussion

Tværfaglighed

Forskning i økologisk jordbrug adskiller sig fra andre forskningsområder ved, at det går på tværs af de traditionelle fagområder. Den har derfor ikke umiddelbart en fagligt set "naturlig" afgrænsning i forhold til den sædvanlige landbrugsforskning. På grund af den tværfaglige karakter af økologisk jordbrugsforskning stilles der særlige krav til samarbejde imellem og integration af fagområder.

Projektvarighed

I lighed med miljøforskningen har økologisk jordbrugsforskning et særligt problem med den normale projektramme på 2 år der eksisterer indenfor jordbrugsforskningen. Det skyldes at økologisk jordbrugsforskning i høj grad tager udgangspunkt i selve produktionssystemet og dets samspil med det omgivende miljø. En hovedhjørnesten i økologisk jordbrugsforskning er netop at forstå, hvordan problemer og løsninger indgår i en større helhed. Det kræver projektforløb af længere varighed.

Danmarks Miljø- Undersøgelser (Bondo, 1989). B) En oversigt om byøkologi-projekter, som behandler emner som byøkologi, grønne kommuner og økologiske landsbyer fra Laboratoriet for Boligbyggeri (Stein, 1990).

Forskningsbehov

I overensstemmelse med ideerne i økologisk jordbrug må forskningen omfatte både selve produktionen og de økonomiske, sociale og samfundsmæssige forhold. Det betyder, at der er et udtalt behov for længerevarende og tværfaglige forskningsaktiviteter.

Samtidig må hidtidige forskningsmetoder suppleres med forskningsmetoder, der kan håndtere sammenhænge og helheder. Her kan nævnes agroøkologien og systemforskningen samt on-farm-research, som den kendes fra for eksempel udviklingsprojekter i tredje verdens lande. Også forskning i specifikke emner indenfor økologisk jordbrug må kunne relateres til en større helhed.

Områder som er vigtige er bl.a. følgende; jordbrugsøkologi, almen økologi og systemteori, jordens biologi og -ressourceudnyttelse/-bevarelse, økologiske planteproduktionssystemer, økologiske husdyrproduktionssystemer, alternativ veterinær sygdomsbehandling, økologiske produkters forarbejdning og kvalitet samt økologiske perspektiver for økonomi og samfund. (KVL, 1990).

Disse områder omfatter både de umiddelbare og konkrete forskningsbehov for økologisk jordbrug, men også forskning, der på længere sigt kan bidrage til at afklare grundlæggende forudsætninger for økologisk jordbrug og dermed kan være med til at påvirke økologisk jordbrugs mål.

Forskningssamarbejde

Der eksisterer allerede et vist samarbejde både formelt og uformelt mellem forskellige forskningsgrupper indenfor økologisk jordbrug.

Her skal særlig fremhæves to større projekter indenfor sektorforskningen der bl.a. også samarbejder med forskningsprojekter fra universiteterne, nemlig projekterne "Systemforskningen" og "Projekt

økologisk jordbrugssystemer" som begge gennemføres på Foulum i regi af henholdsvis Statens Planteavlsvforsøg og Statens Husdyrbrugsforsøg. Dette er en måde dels at koordinere en større forskergruppe, dels at kunne opnå en langt højere grad af tværfaglighed.

Der har hidtil manglet tilsvarende initiativer til fagligt samarbejde indenfor universitetsområdet, men der er nu som nævnt taget initiativ til oprettelsen af et forskningscenter for økologisk jordbrug ved KVL.

Med hensyn til samarbejde er det også væsentligt at fremhæve, at der er behov for en åben dialog mellem mellem den konventionelle og økologiske jordbrugsforskning med hensyn til inspiration og udvikling.

Koordinering af forskningen

Løsning af de meget brede problemstillinger indenfor økologisk jordbrug vil kræve tættere samarbejde mellem universitets- og sektorforskningen. Herudover vil meget af den forskning, der vil være påkrævet for at løse økologisk jordbrugs problemer og landbrugets miljøproblemer i bredere forstand, kræve at der dannes tværfaglige samarbejder mellem jordbrugskyndige og mange andre faggrupper som biologer, sociologer, økonomer o.s.v.

Alle forskningsprojekterne indenfor økologisk jordbrug er hidtil blevet initieret indenfor den traditionelle institutionelle struktur. Dette afspejler at aktiviteterne er sektoropdelte som i den øvrige jordbrugsforskning.

Dels indebærer dette en risiko for, at den enkelte forsker bliver skjult i det store system. Dels kan det være med til at gøre det vanskeligt at gennemføre forskningen i overensstemmelse med helhedsperspektiverne i økologisk forskning og tankegangen, eller ånden om man vil, bag økologisk jordbrug.

I regeringens handlingsplan for miljø og udvikling (Miljøministeriet, 1988) omtales økologisk jordbrug som "et bud på en bæredygtig udvikling indenfor jordbrugssektoren og en inspirationskilde for konventionelle jordbrug".

Med baggrund i handlingsplanen kan det forudsættes, at forskning i økologisk jordbrug vil få betydning for det samlede danske jordbrug. I den situation er forskningen bedst stillet i de eksisterende forskningsmiljøer. Men der kræves en prioritering af de nødvendige ressourcer til inden for de nærmeste år at fastholde og udbygge eksisterende samarbejder og koordination både indenfor og mellem institutioner.

Forbliver økologisk jordbrug derimod en niche indenfor jordbruget, er forskningen bedst tjent med at blive samlet i en eller nogle få enheder, som står i en nær kontakt med brugere, d.v.s. de økologiske avlere og forbrugere.

Fremtiden

Økologisk jordbrug dækker idag knap 0,5 pct. af landbrugsarealet. Derfor må man umiddelbart konkludere, at en andel af den samlede jordbrugsforskning på skønsmæssigt 2 pct. (Sigsgaard & Kølster, 1990) er rimelig. Imidlertid er økologisk jordbrug et udviklingsområde. Derfor kræves der stadig en øget indsats på området. Det blev bl.a. sagt på DJVK's heldagskonference om bæredygtig udvikling af dansk jordbrug, hvor der blev efterlyst mere forskning indenfor det økologiske område, for derved at opnå et bedre grundlag for at gå ind i denne produktionsform (Anonym, 1990). I en gennemgang af den økologiske forskning indenfor Statens Planteavlsvforsøg fremhæves bl.a. at ændrede metoder kun vil have en væsentlig effekt på miljøet, hvis årsagssammenhængene er godt belyst (Vester, 1990). Med andre ord er det kritisk hvis jordbrugerne står alene med udviklingen af det økologisk jordbrug og mere miljøvenlige metoder.

I overensstemmelse med de behov som gælder for forskning i økologisk jordbrug anbefales i den internationale evaluering af dansk miljøforskning (Planlægningsrådet for Forskning, 1989) at satse på forskningsprojekter af minimum fem års varighed, styrke at koordinering, planlægning og samarbejde indenfor miljøforskningen.

Af særlig interesse for økologisk jordbrug er måske, at der anbefales et langsigtet forskningsprogram til støtte for generel økologisk forskning og økosystemforskning. Ligeledes anbefales en øget satsning på at flere forsker i grupper og en mere fremsynet forskning.

Økologisk jordbrugsforskning dækker et meget bredt emneområde og foregår på mange forskningsinstitutioner. Det understreger behovet for en egentlig forskningsplan for området og sammen med den en prioritering af stillinger og midler. Det vil med den nuværende situation betyde en overføring af midler fra andre områder, altså en yderst reel prioritering mellem områder til fordel for økologisk jordbrug.

Udover en række tiltag som direkte intensiverer forskning i økologisk jordbrug må der ske tiltag som indirekte skaber betingelser for at forandre mål og prioriteringer indenfor den sædvanlige jordbrugsforskning og intensivering af samarbejder mellem forskellige forskningssektorer. Det kan ske gennem særskilte offentlige bevillinger til et forskningsprogram for jordbrugsøkologi og økologisk jordbrug, dannelse af et eller flere forskningscentre for økologisk jordbrug med prioritering af tværvidenskabelig deltagelse og nedsættelse af et koordinationsudvalg for forskning i økologisk jordbrug med reference til bevilgende instanser.

For at kunne følge international standard må forskningen i økologisk jordbrug intensiveres yderligere. Sammenligner vi danske forhold med forholdene i udlandet, er forskningen i økologisk

jordbrug i udlandet, især i universitetssammenhænge blevet styrket de senere år. Således har både landbrugsuniversiteterne i Norge (Simonsen, 1990) og Sverige (LeClercq et al., 1987 o.a.) på nuværende tidspunkt taget initiativ til, at styrke og integrere økologisk jordbrug på landbrugsuniversiteterne.

I udlandet findes flere steder forsøgsstationer, professorater, eller institutter for økologisk jordbrug, således også på flere tyske universiteter.

Afslutning

Kunstgødning og sprøjtemidler accepteres ikke i økologisk jordbrug. Herved bliver langsigtet planlægning af sædskifter og bl.a. husdyrgødningsanvendelse og udvikling af langt mere selvregulerende systemer til regulering af skadegørere nødvendig. Derfor ligger der forskningsmæssigt en spændende udfordring i økologisk jordbrug. Viden om og forståelse af sammenhænge biologisk, jordbrugsmæssigt og bedriftsmæssigt skal supplere gængse forsøgsmetoder, og den gængse forståelse af landbrugsproduktionen. Metoder som systemforskning og agroøkologi, der arbejder med sammenhænge vil også blive vigtigere i denne forskning. Blandt andet vil det enkelte jordbrugs særpræg komme væsentligt mere i søgelyset for forskningen end det har været tidligere. Desuden vil der være mulighed for at udvikle egne fagområder gennem tværfagligt samarbejde med andre fagområder, hvoraf nogle vil være fagligt meget forskellige fra jordbrugsforskningen.

Den forskning der udvikler sig omkring økologisk jordbrug bliver herved både et vigtigt bidrag til udviklingen af det bæredygtige jordbrug og sammen med det en udvikling af jordbrugsforskningen henimod en bedre forståelse for helheder og forskning i helheder.

Referencer

- Anonym 1990. Bæredygtig udvikling af dansk landbrug. Ugeskrift for Jordbrug, 135, nr 47/48, 779-781.
- Bondo, J. 1989. Grøn Forskning. Danmarks Miljøundersøgelser. Planlægningsrådet for Forskning (1989): International evaluering af dansk miljøforskning.
- Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole 1990. Styrkelse af økologisk jordbrug herunder jordbrugsøkologi på KVL. Indstilling til studienævn og fagråd vedrørende styrkelse af KVL's forskning og undervisning i alternativt jordbrug med særligt henblik på økologisk jordbrug, KVL.
- Stein, K.F. 1990. Byggeri og økologi - En kortlægning af danske eksempler. Laboratoriet for Boligbyggeri.
- LeClercq, L., Dlouhy J. & Salomonsson L. 1987. Alternativ Odling. En kunskapsinventering.
- Miljøministeriet 1988. Vor fælles fremtid. Regeringens handlingsplan for miljø og udvikling.
- Planlægningsrådet for Forskning 1989. International evaluering af dansk miljøforskning.
- Sigsgaard, L., Kølster, P. 1990. Forskning i økologisk jordbrug 1990. Institut for Jordbrugsvidenskab, KVL.
- Simonsen, J. W. 1990. Norges landbrukshøgskoles innsats innen økologisk landbruk. Utredning med innstilling fra Styringsutvalget for økologisk landbruk til Norges landbrukshøgskoles styre. Ås-NLH, 4.mai 1990.
- Vester, J. 1990. Forskning i økologisk jordbrug. Ugeskrift for Jordbrug, 135, nr. 31/32, 506-508.

Problemområder inden for økologisk jordbrug

Erik Fog, Landbrugets¹ Rådgivningscenter

Erfaringerne fra de seneste års registreringer på økologiske og biodynamiske gårde viser, at der kan opnås ganske gode resultater ved disse driftsformer, og når afsætningen samtidig fungerer, så der kan opnås en god merpris, bliver resultatet for jordbrugeren absolut tilfredsstillende sammenlignet med traditionel drift.

Det står i skarp kontrast til mange menneskers forventninger om, at økologiske driftsformer er en ønsketænkning, der kun bringer landbruget 40 - 50 år tilbage i tiden med kummerlige resultater til følge og slet ikke har muligheder i kommerciel skala.

Spørgsmålet er da, om det betyder, at der ikke er problemer, der trænger til at blive belyst forsøgsmæssigt. Det er imidlertid ikke tilfældet, tværtimod. Økologiske og biodynamiske driftsformer er fortsat meget uudviklede, og når de alligevel klarer sig, er det snarere et udtryk for, at meget moderne viden og teknik også kan udnyttes og bliver udnyttet i disse driftsformer, samt at de naturlige reguleringsmekanismer, som jordbruget altid har bygget på, fortsat fungerer udmærket, og gør at forskellen mellem økologisk og konventionelt jordbrug ikke er så stor endda.

I det følgende vil der blive givet en oversigt over en lang række forhold, der trænger til at blive udforsket og afklaret gennem forskning i økologisk jordbrug. Listen er udtryk for de erfaringer forfatteren har gjort gennem ca. 10 års arbejde med økologisk og biodynamisk jordbrug. Listen er derfor ikke udtømmende, og der må altid forventes at dukke stadig nye spørgsmål op, der kalder på yderligere forskning.

Forskningsbehovene er for overskuelighedens skyld opdelt i tre kategorier:

- A) De områder, der umiddelbart fremstår som problemer for praktikerne, som derfor er akutte, og hvor løsninger kan forventes at have en umiddelbar positiv effekt på udviklingen.
- B) Områder, hvor mere grundlæggende mekanismer udgør flaskehalse for en succesrig udvikling af de praktiske metoder i det økologiske jordbrug. På disse områder kræves der især mere dybdegående og langvarig forskning indenfor de traditionelle jordbrugsvidenskaber; men også et samarbejde til andre videnskabsgrene.
- C) Endelig opregnes en række problemer, der er af betydning for de grundlæggende ideer i det økologiske og biodynamiske jordbrug. Svarene på disse spørgsmål er vigtige for udbredelsen af disse driftsmetoder, fordi det vil synliggøre, i hvilken udstrækning de økologiske jordbrugsmetoder bygger på sande forudsætninger. Også i dette forskningsområde er der behov for et udbygget samarbejde med fagområder udenfor jordbrugsvidenskaberne.

De akutte praktiske problemer

Som nævnt kan der godt med de nuværende metoder opnås rimelige resultater, men teknikken er i vid udstrækning baseret på traditionel viden fra 50'erne og tidligere. Derfor kan det forventes, at en indsats baseret på den nyeste biologiske og tekniske viden hurtigt vil kunne øge effektiviteten betragteligt.

Ukrudtskontrol er et af de praktiske nøgleproblemer. Det kan betyde et betragteligt udbyttetab, når det ikke er i orden, og det medfører i de fleste tilfælde et stort tidsforbrug, der belaster arbejdsglæden og økonomien.

Udvikling af mere effektive mekaniske redskaber er et stort ønske blandt de økologiske og biodynamiske jordbrugere, og det er da også

så småt i gang. Tilsvarende er der forsøg i gang med udvikling af alternative bekæmpelsesmidler baseret på udtræk fra ukrudtet selv. Men der er også brug for forskning i afgrødernes konkurrenceevne og afklaring af, hvorledes konkurrenceevnen kan styrkes gennem sædskifte, kulturteknik og fremavl af nye sorter.

Tilsvarende gælder for kontrollen med sygdomme og skadedyr. Her må det blot forventes, at indsatsen skal vægtes på de biologiske sider. Det kan for eksempel være resistensforædling og studier af vekselvirkninger mellem kulturtekniske metoder som gødskning og sædskifte og skadevolderne og deres naturlige fjender eller antagonist. Men der vil også være interesse for at få afprøvet og udviklet alternative bekæmpelsesmidler. For eksempel er der set lovende resultater af udtræk fra kompost eller bejdsning af frø i organiske materialer.

De foregående ydre fjender er nemme at få øje på som et problem; men meget tyder på, at næringsstofforsyningen er et nok så stort problem målt ved den effekt, det har på udbyttet.

Det er dels spørgsmålet om at minimere tabene, og sikre at der langsigtet bevares en tilfredsstillende næringsstofbalance. Men erfaringen tyder på, at der ikke så meget er problemer med totalt at have næringsstoffer nok, som det er problemet med at gøre næringsstofferne tilgængelige præcis i den periode planterne kan udnytte dem til produktiv vækst. Her bliver det formodentlig tekniske løsninger på gødningshåndteringen (herunder afklaring af hvornår og hvordan gødningen eventuelt skal komposteres) i kombination af jordbehandlingsteknikker og styring af sædskiftet. Men det kan også tænkes, at der skal fokuseres på nye sortsegen-skaber som for eksempel bedre rodudvikling og styrkelse af symbioser mellem rod og mikroorganismer i jorden.

Hele bælgeplanteområdet er vigtigt, da bælgeplanterne er den egentlige kilde til kvælstofforsyningen. Her er der spørgsmål om den rette tilrettelæggelse af sædskiftet, og om hvordan man kan

styre indholdet af kløver i kløvergræsmarkerne, så der opnås både et højt udbytte og en kvalitet, der er optimal for dyrene.

Tilsvarende er brugen af bælplanter som grøngødning et spørgsmål, der trænger sig på for de brug, der ikke har tilstrækkelig husdyrgødning til at sikre afgrødernes udbyttensniveau.

Et planteavlsområde, der sjældent berøres, er væksthushkulturerne. Her er det især udvikling af vækstmedier, der kan opfylde reglerne for økologisk eller biodynamisk drift, der trænger sig på. Specielt drivning af udplantningsplanter har vist sig vanskeligt, og her er der initiativer i gang for at finde løsninger.

Der fokuseres typisk på planteavlen, og det er da også her forskellen til konventionel drift er størst. Men også i husdyrholdet er der problemstillinger, der er behov for at finde løsninger på.

Behandling af almindelige sygdomme med alternativ medicin er et stort ønske, da behandling med traditionel medicin medfører lange tilbageholdelsesfrister og dermed store økonomiske tab. De hidtidige erfaringer med forskellige forebyggelsesmetoder, homøopatiske præparater og akupunktur tyder på, at der er mulighed på dette område; men det har vist sig meget vanskeligt at få såvel landmænd som dyrlæger til at gå ind i udviklingen af dette område.

Også fodringen af de økologiske og biodynamiske husdyr kan være vanskelig, da der er en række begrænsninger i anvendelse af indkøbt foder. Der er derfor et aktuelt behov for at optimere foderplanerne indenfor de rammer reglerne giver.

Ud over de nævnte problemområder er der forhold omkring landmanden selv, der giver anledning til betydelige vanskeligheder. Det drejer sig om forhold som effektiv driftsledelse, organisering af samarbejde og opbygning af profitable afsætningskanaler.

Disse problemer er ikke enestående for det økologiske og biodynamiske jordbrug; men i og med at der i disse driftssystemer er et større krav om at forebygge frem for at helbrede, bliver driftsledelsesevnerne mere udslagsgivende. Tilsvarende betyder den ringe udbredelse og det specielle image, at udøverne har et særligt stort behov for at stå sammen og organisere afsætningen, så den giver størst muligt afkast til dem som producenter. Det har altid været vanskelig i jordbruget; men det er her yderligere vanskeliggjort af, at udøverne af økologisk og biodynamisk jordbrug er foregangsmænd og enere, der er vandt til at stille sig i opposition til etablerede strukturer.

Grundlæggende flaskehalsproblemer

Som det fremgår af den ovenstående liste af problemer, der umiddelbart kan peges på, synes der ikke at være behov for yderligere at søge efter problemområder. Mange af de tidligere nævnte problemer er imidlertid muligvis mere symptomer end de egentlige problemer, derfor bør der også forskes mere dybtgående for at afdække de mekanismer, der gør det vanskeligt, at drive økologisk og biodynamisk jordbrug.

Der er således behov for flere systematiske registreringer, der kan synliggøre og kvantificere problemerne, og derefter er der behov for at dykke ned i mere grundvidenskabelige studier af de mekanismer, der er involveret i problemområderne.

Det kunne for eksempel være nærliggende at få en bedre beskrivelse af næringsstoffdynamikken, når der ikke anvendes letopløselige handelsgødninger, og det kunne herunder være interessant at finde frem til, hvorledes mekanismerne i jordbundsudviklingen så som strukturdannelse og opbygning af humuspulje og mikroliv influerer på næringsstofferne tilgængelighed.

Tilsvarende kunne det være interessant indenfor problemerne med skadevoldere at få beskrevet populationsdynamikken hos såvel skadevolderne og deres naturlige fjender og de påvirkningsmuligheder, der ligger i driftssystemer uden brug af kemiske bekæmpelsesmidler.

Forædling af nye sorter og racer indenfor både planter og husdyr er en vigtig måde at forbedre driftssystemerne på. Her vil der være brug for at udforske, hvilke avlsmål der bør lægges vægt på for at fremme resultaterne ved økologisk og biodynamisk produktion.

Herunder vil man formodentlig blive stillet overfor spørgsmålet om husdyrenes etologiske behov, der derfor også bliver vigtige at kortlægge yderligere, også til brug for udvikling af bedre staldsystemer.

En anden gren af etologien drejer sig om studierne af vor egen menneskelige adfærd. Den vil også være vigtig at inddrage, når der skal findes mere levedygtige modeller for samarbejde, organisering og afsætningsfremme.

Grundlæggende idemæssige problemer

I dette afsnit berøres spørgsmål, der især knytter sig til de idemæssige forudsætninger for de økologiske og biodynamiske driftsformer. Mange af disse forudsætninger baserer sig nemlig på gamle teorier, praktiske erfaringer og forskellige former for intuitiv erkendelse. Derfor vil det være særdeles nyttigt at få et mere sikkert videnskabeligt grundlag for metoderne, og det vil efter al sandsynlighed også medføre justeringer i de regelsæt, der danner rammen for disse driftsformer.

Et meget aktuelt spørgsmål er metodernes forureningsbegrænsende effekt. Her er der rejst tvivl om, hvorvidt metoder, der udelukkende benytter bælplanter og organisk gødning, ikke forurener

langt mere. Der er derfor behov for at få dette kvantificeret og vurderet i en total betragtning, hvor også spørgsmålet om koncentrationen af husdyrholdet i det konventionelle landbrug inddrages. Som resultat af en sådan forskning skulle gerne komme anbefalinger til, hvorledes jordbrugssystemet som helhed kan nedbringe forureningen mest muligt.

Et vigtigt område omkring udnyttelsen af næringsstofferne er spørgsmålet om tilbageførsel af organisk affald fra byerne. Her vil der også være brug for en omfattende udrednings- og udviklingsindsats, så tempoet indenfor dette område kan sættes betydeligt i vejret. Erfaringerne i det økologiske jordbrug viser, at det især er næringsstoffet kalium, der bliver vanskeligt at håndtere. Det er derfor vigtigt, at dette stof sættes centralt i undersøgelserne.

Et andet centralt emne er spørgsmålet om metodernes betydning for produkternes ernæringskvalitet. Her er der dels behov for en bedre afklaring af, hvad der skal inddrages i begrebet fødevarekvalitet. Dels vil der være behov for at udforske de forskellige utraditionelle kvalitetsmålemetoder som for eksempel målingen af biofotoner eller de biodynamiske metoder med kobberkrystalisation og stigbilleder (kromatografi).

Forholdet til moderne teknologi er temmelig uafklaret i reglerne for økologisk og biodynamisk jordbrug. Men der er indlysende muligheder for at inddrage moderne teknologi. For eksempel vil det være oplagt at arbejde med metoder til energiebesparelse ikke mindst ved dyrkning i væksthuse. Men også spørgsmålene om anvendelsen af bioteknologi er vigtig. Blandt andet vil teknikker i forædlingsarbejdet være centrale problemfelter, der bør belyses.

Tilsvarende er spørgsmålet om husdyretik centralt for disse driftsformer, og det vil være væsentligt at få fastlagt, hvilke kriterier, der kan opstilles, når for eksempel et nyt staldanlæg skal konstrueres.

Økonomien i økologisk eller biodynamisk jordbrug er naturligvis afgørende for dets udbredelse; men det kan diskuteres, hvorledes totaløkonomien skal fastlægges. Hvilken vægt skal der lægges på effekten på miljøet, og hvorledes skal det fastlægges?

Her kommer også spørgsmålene om trivselsværdien af disse driftsformer. Det er fastlagt i formålet med økologisk og biodynamisk jordbrug, at det skal sikre nogle gode forhold som landmand. Her vil der være behov for at afdække, hvilke forhold der er bestemmende for tilfredsheden med det at være landmand. En sådan viden vil være vigtig, når der skal vælges mellem forskellige alternative regelsæt.

Endelig er det en grundlæggende idé i økologisk og biodynamisk jordbrug, at forholdene i jordbruget skal ses i et hele, og kun gennem forståelse af de overordnede sammenhænge bliver det muligt at træffe rigtige beslutninger på det detaljerede plan. At arbejde med sådanne helhedsbetragtninger er en stor udfordring for et forskningsområde, der i meget høj grad bygger på en positivistisk og reduktionistisk forskningstradition. Der bliver derfor behov for at udvikle hele forskningsmetodikken til at kunne foretage helhedsanalyser. Forskellige former for systemforskning peger i retning af løsningen af disse problemer.

Afslutning

Efter denne lange listning af problemområder og forskningsbehov fremstår formodentlig billedet af, at der er behov for forskning indenfor snart sagt samtlige jordbrugets forhold. Det skal ikke tages som et udtryk for, at de økologiske og biodynamiske metoder er fuldstændig hjælpeløse; men derimod at disse metoder netop er definerede som hele driftssystemer, der ideelt set skulle kunne erstatte de nuværende konventionelle driftsformer.

Et så stort forsknings og udviklingsbehov virker måske håbløst i betragtning af, at der indtil nu kun er omkring 500 jordbrug af denne type i Danmark. Men heldigvis er de fleste af forskningsområderne af generel interesse for jordbruget, ikke mindst fordi miljøspørgsmålet trænger sig mere og mere på.

Der vil derfor være god fornuft i, at satse en væsentlig del af forskningen indenfor de traditionelle forskningsområder. Det kunne for eksempel være i forbindelse med udvikling af integrerede dyrkningssystemer. Men det økologiske og biodynamiske jordbrug vil kunne virke som en vigtig inspiration, fordi der her er lagt mere vægt på helhedsbetragtningerne i erkendelse af, at det er i sådanne helheder jordbruget reelt fungerer. Forhåbentlig vil afdækningen af de centrale spørgsmål indenfor økologisk og biodynamisk jordbrug derved være med til at bane vejen for væsentlige forbedringer af jordbruget generelt.

Fremtidige forskningsbehov: Agerlandets miljø

Hans Løkke, Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. f. Terrestrisk Økol.

Den hidtidige forskning på området har i høj grad drejet sig om at demonstrere, at økologiske jordbrug er en realistisk mulighed. I fremtiden bør forskningen drejes hen i retning af undersøgelser af de socioøkonomiske forhold og i forbedrede produktionssystemer. Sidst og ikke mindst er der behov for at undersøge det økologiske jordbrugs påvirkning af miljøet i sammenligning med konventionel drift. Hvor der hidtil har været fokuseret meget på de økologiske produkters kvalitet i forhold til traditionelt dyrkede produkter, bør man i fremtidens forskning beskæftige sig mere med spørgsmål om det økologiske jordbrugs forvaltning af det ydre miljø og spørgsmål om husdyrs velfærd.

Det økologiske jordbrug er kendetegnet ved sin stræben mod økologisk balance. Dette kan også beskrives som en bestræbelse på at opnå lukkede interne stof- og energikredsløb. I praksis er disse kredsløb ikke helt lukkede. F.eks. er der i energikredsløbet behov for tilførsel af brændstof, maskiner og foder. Der er i stofkredsløbene behov for tilførsel af gødning udefra, specielt fosfor og kalium. Der tilføres desuden kvælstof med "importeret" husdyrgødning. Det er en naturlig forskningsopgave at minimere denne tilførsel udefra, men den bør kædes sammen med undersøgelser af de økologiske jordbrugs påvirkning af det naturlige kredsløb med det traditionelle jordbrug som reference.

Der har været udført en række projekter, som har undersøgt naturværdien i økologiske jordbrug. Specielt dets egnethed som levested for dyr og vilde planter. Især har fuglelivet været undersøgt, samt ukrudt og insekter. Disse undersøgelser bør fortsættes og deres udformning bør fremover i højere grad sammenkædes med de øvrige forskningsprojekter på området. Naturindholdet

i agerlandet er bla. afhængig af, at ukrudtet ikke udryddes totalt. Det økologiske jordbrug er ligesom det konventionelle tjent med at det udvikles skadetærskler på ukrudtsområdet.

Der kan foreslås en række konkrete projekter, som er væsentlige at få udført. Specielt har kvælstofkredsløbet interesse. De igangværende undersøgelser af kvælstofbalancen bør fortsættes og udbygges. Der er behov for undersøgelser af udsivningen af kvælstof under forskellige sædskifter. Herunder er der brug for undersøgelser af kvælstoffikseringen hos kløver og bælplanter og specielt, hvor disse dyrkes i blandsæd.

Der er tale om voldsomme tab af kvælstof i komposteringsprocessen. Der er følgelig brug for undersøgelser af ammoniakfordampningen i de økologiske brug og omdannelsen af kvælstof til lattergas. Disse processer skal undersøges grundigere, og der skal udarbejdes fremgangsmåder for en bedre udnyttelse af kvælstoffet fra dyret til spredning, kompostering og udbringning. Et særligt problem udgør kvælstoffrigørelsen ved pløjning af brakmarker. Tidsintervallet mellem jordbehandlingen og såning og spiring er kritisk og skal undersøges nøjere. Det gælder ligeledes tidspunkterne for udbringning af gødning, som har stor betydning for udnyttelsen og tabet af kvælstof. Der er endvidere brug for undersøgelser af fosforpuljen og kvælstofpuljen i jorden. Der bør opstilles balancer for disse stoffer, og behovet for tilførsel (import) af disse stoffer skal undersøges.

Et interessant aspekt er kulstofcyklussen set i sammenkædning med energibudgettet for det enkelte brug. Energiomsætningen hænger nøje sammen med kuldioxidproblemerne. Der bør laves et parallelt kuldioxidbudget og energibudget på udvalgte brug.

Forbedringer inden for produktionsområdet kan have indirekte gavnlige miljømæssige effekter, og afsmittende virkning på det konventionelle jordbrug. Der er behov for et bedre vurderingsgrundlag i sortsvalg og fremavl af nye sorter med henblik på

næringsudnyttelse og behov, resistens over for sygdomme og skadedyr, og konkurrenceevne over for ukrudt. De sorter, som er velegnede til økologiske brug er ikke nødvendigvis de samme, som anvendes i traditionelle brug. Med hensyn til sygdomme og skadedyr mangler der viden om eksporten og importen af skadevoldende organismer og deres prædatorer fra de omgivende arealer. Herunder hører også spredning af ukrudt, patogener og parasitter.

Der kan endvidere peges på problemer i forbindelse med husdyrholdet, som kræver en nøjere undersøgelse. En af fordelene ved økologisk jordbrug er, at dyrene kan holdes frit. Dette er i virkeligheden et af de punkter, som kunne "sælge" det økologiske jordbrug, da man umiddelbart kan forvente, at der er bedre muligheder for et acceptabelt dyrehold i det økologiske jordbrug, hvis dyrene har passende arealer til rådighed. Der er endvidere brug for en nøjere kortlægning af sygdomsbilledet, som hænger sammen med dyrenes adfærd. Som et særligt problem kan nævnes eventuelle medicinrester i den husdyrgødning, som importeres til de økologiske brug fra omgivelserne. Sådanne aktive biocider kan have betydning for omsætningen af organisk stof og dermed for kulstofkredsløbet og energiomsætningen i jorden.

Nogle af de forskningsemner, jeg har nævnt, er allerede sat i gang i projekter. Andre er måske på vej. Det er imidlertid mit indtryk, at der er behov for en styrket indsats og dermed for øgede midler. Det er vigtigt at gøre sig klart, at den naturvidenskabeligt baserede forskning i økologisk jordbrug har almen gyldighed, således at også det konventionelle jordbrug kan få gavn af den indhøstede nye viden og erkendelse.

Fremtidige forskningsbehov: Statens Planteavlsforsøg

Jakob Vester, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Hovedmål med forskningsopgaver i økologisk jordbrug

Hovedmålet for Statens Planteavlsforsøg er at undersøge og påvise årsagssammenhænge imellem en række dyrkningsmæssige faktorer, der påvirker udbytte, plantekvalitet, jord og miljø på arealer der dyrkes økologisk.

Den fremkomne viden om årsagssammenhænge skal søges udnyttet til udvikling af strategier, metoder og redskaber der mindsker miljøpåvirkninger, forbedre afgrødekvalitet og effektivitet i både økologiske og konventionelle jordbrugsformer.

Det skal understreges, at der på basis af den allerede foreliggende viden kan konkluderes følgende:

Det har kun begrænset mening rent fagligt, at skelne skarpt mellem økologisk jordbrug og konventionelt jordbrug. Den praktiske virkelighed består af en lang række glidende overgange mellem forskellige driftsformer. Forskelle beror på en række dyrkningsmæssige faktorer, der enkeltvis kan have større betydning end systemet som helhed.

Det afgørende er derfor ikke, at undersøge forskelle mellem forskellige systemer, men at frembringe en biologisk, fysisk og kemisk viden, der kan øge vores forståelse af de mange vekselvirkninger der har betydning og hvordan dette kan udnyttes i produktionen.

De igangværende aktiviteter vedrørende forskning i økologisk jordbrug ved Statens Planteavlsforsøg er beskrevet af Vester, 1990a; 1990b. Forskningsaktiviteter i øvrigt er beskrevet af

Sigsgaard og Kølster, 1990. I det følgende gennemgås behovet for supplering af dette arbejde.

Planteernæring

Gødningsforsyningen i det økologiske jordbrug er primært baseret på organiske gødninger, dvs. staldgødning (ubeh. eller omsat). I begrænset omfang anvendes grøngødning (< 10 pct. af arealerne), slam og komposteret byaffald med lavt tungmetalindhold. I enkelte tilfælde suppleres der med mineralstoffer som stenmel og råfosfat.

Spørgsmålet om hvorvidt organiske gødninger er bedre for plantevæksten og plantekvaliteten end uorganiske er et af de centrale punkter ved den økologiske dyrkningsform. Ved benyttelse af de organiske gødninger, specielt omsatte gødninger som kompost, bliver næringsstofferne normalt frigivet langsommere, men mere kontinuert gennem vækstsæsonen end ved tilførelsen af handelsgødninger. Denne forskel kan give forskelle i udbytte og plantekvalitet. Foruden makronæringsstoffer indeholder husdyrgødningen også stoffer, som kun er til stede i meget små mængder. Hvilken betydning disse stoffer har under markforhold er ikke klarlagt, ligesom deres virkemåde ikke endeligt er fastlagt.

I de fleste af de udførte undersøgelser er der påvist et lavere indhold af tilgængeligt fosfor og kalium i jorden ved den økologiske dyrkning sammenlignet med den konventionelle, og udførte beregninger af fosfor- og kaliumbalancer har bekræftende vist, at fosfor- og kaliumbortførslen i afgrøden er større end tilførslen med gødningen. Da der ikke kan tilføres fosfor og kalium og med handelsgødning udefra, må disse stoffer tilføres på anden måde. Andre naturstoffer bl.a. fosfat og stenmel har vist begrænset virkning med hensyn til optagelse af fosfor og kalium, som derfor hovedsageligt må tilføres med den organiske gødning, modsat kvælstof der foruden gennem den organiske gødning kan skaffes fra bælplanter i sædskiftet. Tilføres der staldgødningsmængder, der

sikrer optimal optagelse af fosfor og kalium, kan det imidlertid betyde, at der samtidigt bliver tilført så meget kvælstof, at dette kan medføre uheldige virkninger på plantekvaliteten og miljøet, sidstnævnte i forbindelse med udvaskning af nitrat.

Næringsstofoptagelse ved økologiske dyrkningsformer. Det tidsmæssige forløb, optagelsesformer og konsekvenser heraf

Næringsstofoptagelsens forløb kan variere afhængigt af gødningens art og mængde samt forfrugtsvirkningen. Dette gælder især for kvælstof men også for kalium og fosfor og formentlig en række mikronæringsstoffer. Imidlertid kan forskellige naturbestemte faktorer som temperatur og nedbør have en stor indflydelse på disse forhold og gøre det svært at styre en ønsket næringsstofoptagelse.

Da forskelle i tilgængeligheden og mængden af næringsstoffer kan have stor betydning for udbredelsen af udbytte og kvalitet af afgrøden samt ukrudt, skadedyr, nytte dyr og sygdomme er det vigtigt, at klarlægge disse forhold.

Sådanne undersøgelser bør udføres, så det bliver muligt at undersøge vekselvirkningen mellem 1. Forskellige gødningstyper (f.eks. handelsgødning, frisk fast staldgødning, gylle, og kompost) og 2. Forskellige gødningsniveauer.

Da dette spørgsmål har høj prioritet, og da der må forventes effekter på en lang række vigtige parametre, er det særlig vigtigt, at der netop her etableres tværfaglige monitoringer over: Mængde og form af næringsstoffer i jord og planter (meget korte registreringsintervaller). Eventuel udvaskning. Ændringer i jordens organiske indhold. Forekomst og udvikling i sæsonen af ukrudt, skadedyr, nytte dyr og sygdomme samt mikroorganismer iøvrigt.

Udover udbyttebestemmelser er det påkrævet, at der tilknyttes detaljerede kvalitetsundersøgelser. For visse afgrødearter (især

grønsager) vil det være nødvendigt med flere høsttidspunkter, da de forskellige gødningsformer og -mængder må forventes at medføre forskellige optimale høsttidspunkter.

Forbedret udnyttelse af husdyrgødning gennem ændrede komposteringsmetoder og udbringningsformer

I økologisk jordbrug anbefales kompostering af husdyrgødning i udstrakt grad. Gødningen findeles og opsættes i mindre bunker med rigelig tilgang af ilt. Ved denne proces og den efterfølgende henlæggelsesperiode mistes store mængder kvælstof gennem udvaskning og fordampning. En del kalium udvaskes ligeledes. Dette kraftige tab af næringsstoffer og det store arbejdsforbrug har bevirket, at kun få økologiske brug i praksis lever op til idealerne.

Spørgsmålet er så om der er kvalitative egenskaber ved en kompost, der kan kompensere for tabet af næringsstoffer og det store arbejdsforbrug og om komposteringsprocessen kan optimeres og rationaliseres, så tabet af næringsstoffer og arbejdsforbruget minimeres.

Der er behov for forskning i komposteringsmetoder, der nedbringer tabet af kvælstof og kalium til omgivelserne. Det kan eksempelvis være forskellige grader af C/N forhold, vandindhold, findelingsgrad og luftighed, men også overdækning m.m.

De heraf fremkomne produkter bør endvidere sammenlignes med kompost efter anbefalet fremstillingsteknik, frisk husdyrgødning, og handelsgødning på forskellige niveauer.

Der er behov for udvikling af redskaber, maskiner og metoder der minimerer arbejdsforbruget ved komposteringen. En sådan udvikling skønnes mulig med relativt få ressourcer.

Til formindskelse af udvaskningstab om vinteren er det vigtigt at undersøge udbringningsmulighederne fra tidligt forår til sommer.

Optimal udnyttelse af grøngødnings- eller efterafgrøder til opsamling af plantetilgængeligt kvælstof

Der er ikke specielt udviklede erfaringer med anvendelse af grøngødning og efterafgrøder i økologisk jordbrug under danske forhold. Den praktiske anvendelse af grøngødning er begrænset til 5-10 pct. af arealerne. Det er af ekstra stor vigtighed for økologisk jordbrug at opsamle maksimale mængder kvælstof p.g.a. det lave kvælstofniveau i økologisk jordbrug og den udstrakte anvendelse af husdyrgødning, der mineraliseres om efteråret.

Endelig er der det helt specielle behov for økologisk jordbrug at udvikle dyrkningsstrategier hvor der ikke tilføres kvælstofgødning (handels-/husdyrgødning) eller kun i begrænsede mængder.

Det er væsentligt at der snarest sker en vurdering af selektions- og forædlingsmuligheder med henblik på økologiske jordbrugsforhold/low input.

Styring af ukrudt

Ukrudtsbekæmpelse i økologisk jordbrug er baseret på en række indirekte og direkte tiltag, hvor de indirekte tiltag som sædskifte, jordbehandling, gødskning og sortsvalg tillægges stor betydning.

Effekten af disse indirekte metoder til plantebeskyttelse kan være vanskelige at måle direkte. Fra forsøg med alsidige sædskifter sammenlignet med mere ensidige er det fundet, at ukrudtsforekomsten er mindre i de alsidige sædskifter.

I enkelte undersøgelser er der fundet flere ukrudtsplanter og en større diversitet i økologiske marker end i konventionelle marker, uden at der tilsyneladende var bekæmpelsesbehov på de økologiske marker. Der kan være tale om ændrede konkurrenceforhold i økologisk dyrkede marker. Årsagen til at der i visse tilfælde kan konstateres sådanne overraskende resultater kan også ligge i dårlig belyste faktorer som f.eks. allelopati eller afbalancerende jordbundsforhold.

Det må understreges, at i økologisk jordbrug kan man i de fleste tilfælde ikke alene forebygge sig ud af ukrudtsproblemerne. Der er ofte meget alvorlige ukrudtsproblemer der skal bekæmpes direkte, for at undgå meget store udbyttetab.

"De direkte tiltag" omfatter mekaniske behandlinger (harvninger, radrensning og i sjældne tilfælde pløjning), termiske behandlinger (flammebehandling) og manuel renholdelse (håndlugning, håndhakning). For den nærmere gennemgang af dette område henvises til Rasmussen og Vester, 1991.

Skadegørere

I økologisk jordbrug satses der overvejende på forebyggende foranstaltninger for at undgå angreb af skadedyr og sygdomme. Ifølge dyrkningsreglerne er der i øvrigt kun ganske få tilladte muligheder for direkte bekæmpelse. Når angreb af skadegørere omtales i forbindelse med økologisk jordbrug, hævdes det ofte, at angrebene er små og ubetydelige. Dette synes også at være tilfældet i en række tilfælde. De væsentligste årsager hertil må tilskrives et godt sædskifte og en moderat gødskning. Herudover konstateres der angreb med mere eller mindre store mellemrum og styrke. På baggrund af de manglende muligheder for direkte bekæmpelse er markobservationerne ofte mere mangelfulde i økologisk jordbrug og kan føre til konklusioner om, at der ingen problemer er eller vanskeliggøre opklaringen af årsagerne til senere opdagede skadesymptomer.

I landbrugsafgrøder dyrket økologisk, peger de foreløbige iagttagelser på, at det er de samme skadegørere, der optræder i økologisk jordbrug som i konventionelt jordbrug.

Problemerne med skadegørere er størst i grønsagskulturerne: Gulerods- og kålflue, skimmelangreb i flere kulturer, sommerfuglelarver, snegle (salat, kinakål), jordlopper. I mindre omfang gulerodsbladlopper, porremøl, løgfluer, selleribladpletsyge kan have en stor udbyttereducerende effekt.

I frugtavl er der ved økologisk dyrkning alvorlige problemer med først og fremmest svampeangreb, men også forskellige insektangreb kan være ødelæggende.

Udover disse konstaterede problemer må der forventes stigende angreb af udsædsbårne sygdomme og andre skadegørere der bekæmpes med bejdsemidler, da anvendelse af disse er blevet forbudt ved økologisk dyrkning. Der vil derfor blive behov for alternative bejdsemidler (biologiske) og en mere styret anvendelse af sygdomsfri/-regulerende såjord.

Anvendelse af organisk gødning og afledede processer deraf, kan mindske angreb af forskellige skadegørere. Der er behov for undersøgelser, der kan vise under hvilke omstændigheder der kan forventes en effekt. Hvornår skyldes det et generelt lavere kvælstofniveau, gødningstype, et ændret optagelsesmønster, fremme eller ændringer af mikroorganismers antal og artssammensætning eller specielle regulerende organiske stoffer indeholdt i gødningen eller nedbrydningsprodukter deraf? Undersøgelserne bør såvidt muligt kombineres med gødningsforsøg.

Der er kun meget begrænset viden om værdien af resistente sorter i økologisk jordbrug. I en række tilfælde og især ved uspecifik resistens er effekten langt fra 100 pct. Det vil derfor være vigtigt at belyse effekten af samspillet med de øvrige regulerende tiltag. Der bør desuden tidligst muligt foretages en vurdering af

selektions- og forædlingsmuligheder, specielt med henblik på økologisk jordbrug.

Der er stort behov for at få sorteret i den lange række af naturpræparater og husråd, der nævnes i diverse håndbøger. Førsteprioritet har midler, der kan bruges som alternative bejdsemidler, samt midler til havebrugskulturer. Netop midlerne til havebrugskulturer er bedst belyst og det giver mulighed for en kvalificeret udvælgelse til afprøvning. Der bør udvikles laboratoriemetoder til effektivitetsbestemmelse således, at et relativt stort antal midler kan screenes.

En række udenlandske forsøg viser at undersåning eller tilstedeværelse af ukrudt i nogle tilfælde kan reducere skadedyrsangreb, f.eks. pga. at nyttedyrenes levevilkår forbedres. Det er dog dårligt belyst hvordan de udbyttedmæssige konsekvenser er og hvorvidt det er muligt, at styre teknikken så udbyttetab undgås pga. konkurrence fra de undersåede afgrøder eller ukrudtet. På grundlag af de udenlandske erfaringer bør der iværksættes afprøvninger af de mest lovende plantearter. Målet er at kunne sige hvornår hvilke planter er ønskede, herunder arts-/sortssammensætning og antal og tidsperiode.

Der er behov for detaljerede undersøgelser, der kan vise om hvorvidt angreb af skadegørere har mindre betydning i økologisk jordbrug. Dette kan evt. være forårsaget af styrkende reguleringsmekanismer i jorden, eller såkaldte sunde planter. I tilknytning hertil bør skadegørenes evt. udbyttereducerende effekt måles. Det vil derfor være nødvendigt at lægge pesticidsprøjtninger ind på økologiske systemer. Sådanne pesticidbehandlede parceller vil desuden kunne give en værdifuld information om henholdsvis pesticidbehandlingens og dyrkningssystemets indflydelse på reaktioner af skadegørere og nytteorganismer. Dette spørgsmål vurderes til at have stor principiel interesse.

Kvalitet

Fra flere sider fremhæves det, at planteprodukternes kvalitet er bedre ved økologisk dyrkning fremfor ved konventionel dyrkning. Det har imidlertid vist sig vanskeligt, at opnå entydige forsøgsmæssige resultater på dette område. Dette er dog forståeligt på baggrund af de glidende overgange mellem økologisk og konventionel dyrkning. Plantekvaliteten er desuden i høj grad genetisk bestemt, og samtidig påvirket af en række vækstfaktorer og deres indbyrdes samspil. Det har derfor begrænset mening, at undersøge om økologisk jordbrug som helhed har en ændret kvalitetspåvirkning. Derimod har det interesse, at belyse forskellige driftsmetoders indflydelse på kvaliteten. Gødningsintensiteten og - formen er her af stor interesse.

Fodringsforsøg skal fremhæves, da dette er det nærmeste man kan komme til en mere helhedspræget vurdering af et planteprodukts kvalitet. Fodringsforsøg skal derfor have en meget høj prioritering, på trods af at det er relativt dyre undersøgelser.

Litteratur

- Rasmussen, J. & Vester J. 1991. Udvikling og afprøvning af ikke-kemiske metoder til ukrudtsbekæmpelse. Statens Planteavlsforsøgs Specialserie, beretning nr. S2111, 38-48.
- Sigsgaard, L. & Kølster P. 1990. Forskning i økologisk jordbrug 1990. Institut for Jordbrugsvidenskab. KVL. 74 pp.
- Vester, J. 1990a. Forskning i økologisk jordbrug. Ugeskrift for Jordbrug 31/32, 506-508.
- Vester, J. 1990b. Present situation and future for research projects within plant production in organic agriculture at the danish research service for plant and soil science. In: Biological farming in Europe: Challenges and opportunities. Proceedings of the Expert Consultation. Bern, Switzerland, 28-31 May 1990. Ed. by Dr. J.-M. Besson. FAO. REUR Technical series 12, 241-244. ISSN 1013-154 X.

Institutter m.v. under Statens Planteavlsvforsøg

Administrationscentret

Statens Planteavlsvkontor, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Informationstjenesten, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Biometri og Informatik, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Bisygdomme, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99

Landbrugscentret

Fagligt Sekretariat, Forsøgsanlæg Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele	86 65 25 00
Afdeling for Industriplanter og Frøavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11
Bornholm Forsøgsareal, Rønnevej 1, 3720 Åkirkeby	53 97 53 10
Rønnehave Forsøgsstation, Hestehave 20, 6400 Sønderborg	74 42 38 97
Tylstrup Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup	98 26 13 99
Afdeling for Sortsafrøvning, Teglværksvej 10, 4230 Skælskør	53 59 61 41
Afdeling for Grovfoder og Kartofler, Forsøgsanlæg Foulum, Postbox 21, 8830 Tjele	86 65 25 00
Borris Forsøgsstation, Vestergade 46, 6900 Skjern	97 36 62 33
Silstrup Forsøgsstation, Oddesundvej 65, 7700 Thisted	97 92 15 88
Afdeling for Planteernæring og -fysiologi, Vejenvej 55, 6600 Vejen	75 36 02 77
Lundgård Forsøgsstation, Kongeåvej 90, 6600 Vejen	75 36 01 33
Afdeling for Kulturteknik, Flensborgvej 22, 6360 Tinglev	74 64 83 16
Ødum Forsøgsstation, Amdrupvej 22, 8370 Hadsten	86 98 92 44
Afdeling for Jordbundsbiologi og -kemi, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forsøgsanlæg Foulum, Postbox 25, 8830 Tjele	86 65 25 00
Afdeling for Arealdata og Kortlægning, Enghavevej 2, 7100 Vejle	75 83 23 44

Havebrugscentret

Institut for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	65 99 17 66
Institut for Væksthuskulturer, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Institut for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66
Institut for Landskabsplanter, Granlidevej 22, Hornum, 9600 Års	98 66 13 33

Planteværnscentret

Afdeling for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	42 87 25 10
Afdeling for Jordbrugszoologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	42 87 25 10
Planteværnsafdelingen i Skejby, Udkærvej 15, 8200 Århus N	86 10 30 88
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikolog, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00